

Tabla de contenido

	<i>Editorial</i>	2
1	Impactos asociados al cambio climático en el patrimonio forestal de la Empresa Agroforestal Mayarí Impacts associated to the climatic change in the forestry patrimony of the Enterprise Agroforestry Mayarí <i>Dra. Arlety Ajete-Hernández, Dra. Alicia Mercadet-Portillo, Dr. Arnaldo Álvarez-Brito, Téc. Eider Suárez-Ramos e Ing. Fernando Jiménez-Gutiérrez</i>	3
2	Primeras experiencias sobre la interrelación género-cambio climático en Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba First experiences on gender-climate change interrelation in Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba <i>Dra. Alicia Mercadet-Portillo, Ing. Misleydis Morales-Lezcano, Dr. Arnaldo Álvarez-Brito, Téc. Lourdes Gómez-Pulido, Téc. Carlos Y. Milán-Martínez y Téc. Natividad Triguero-Isasi</i>	13
3	Pronóstico de biomasa de copa aprovechable de <i>Pinus caribaea</i> por metro cúbico de madera de fuste Prediction of profitable crown biomass's of <i>Pinus caribaea</i> for m ³ of shaft's wood <i>Dr. Alberto M. Vidal-Corona, Dr. Rolando Quert-Álvarez e Ing. Gerónimo F. Avilés-Martínez</i>	21
4	Valoración de servicios ecosistémicos de la especie <i>Avicennia germinans</i> (mangle prieto) Valuation of eco-systemic services of the specie <i>Avicennia germinans</i> (mangle prieto) <i>Dr. Adolfo Núñez-Barrizante e Ing. Digna Velázquez-Viera</i>	29
5	Inventario florístico en áreas de Pinares de Mayarí, afectadas por la minería a cielo abierto Floristic inventory in Mayarí Pinetums areas, affected by open sky excavation <i>M.Sc. Magalys Arcia-Chávez, Dr. José L. Rodríguez-Sosa, Ing. Wilden Lahera-Fernández, M.Sc. Alain Puig-Pérez, Ing. José L. Rodríguez-Fonseca, M.Sc. Yenía Molina-Pelegrín, Ing. Luis E. González-Barzaga, Ing. Susana Carrazana-Quintana y M.Sc. Antonio Magaña-Reyes</i>	35
6	Evaluación de la concentración microbiana del aire en el aserradero Libertad, Empresa Agroforestal Las Tunas Evaluation of the microbial concentration of the air in the sawmill freedom, Agroforestal Company Las Tunas <i>Lic. Claudia M. Torres-Fernández, Dr. Juan M. García-Delgado, Téc. Claudia de la C. Galán-Valenzuela y Téc. Natividad Triguero-Issasi</i>	45
7	Situación de los recursos genéticos forestales. Plan de medidas para su conservación Situation of the forest genetic resources. Plan of measures for their conservation <i>Ing. Amarilys Leyva-Hernández, M.Sc. Lourdes Sordo-Olivera, Dra. C. Orlidia Hechavarria-Kindelán, Ing. Pablo Echavarría-Caraballo, M.Sc. Yaumara Miñoso-Bonilla, Ing. Águedo Cárdenas-Marín, Ing. Esperanza Hidalgo-Rodríguez, Téc. Ketty Ramírez-Hernández, M.Sc. Liliana Caballero-Landín, Ing. Miguel Rivero-Vega, M.Sc. Miladys Delgado-Méndez, Téc. Uberto Peláez-Martínez, M.Sc. Adonis Sosa-López, Ing. José L. Figueredo-Fernández y Téc. Eider Suárez-Ramos</i>	53
8	Empleo de la microrresinación para la selección preliminar de genotipos de alta productividad en <i>Pinus cubensis</i> Griseb Use of microresination for the preliminary selection of high productivity genotypes in <i>Pinus cubensis</i> Griseb <i>Ing. Pedro Sotolongo-Borges, Dr. Arnaldo Álvarez-Brito y Téc. José A. Frómeta-Isaac</i>	61
9	Proyección del balance neto de emisiones del sector forestal hasta 2030 Projection of the net balance sheet of forest sector until 2030 <i>Dr. Arnaldo Álvarez-Brito, Dra. Alicia Mercadet-Portillo y M.Sc. Yolanis Rodríguez-Gil</i>	67
10	Flora y vegetación de La Ceja de Carlos, Ciénaga de la Guayabera, Parque Nacional Caguanes Flora and vegetation of the Eye of Carlos, Ciénaga de la Guayabera, Caguanes National Park <i>M.Sc. Armando Falcón-Méndez, M.Sc. Ricardo Rosa-Angulo, M.Sc. Julio P. García-Lahera, M.Sc. Daily Y. Borroto-Escuela, M.Sc. Norgis V. Hernández-López y Dr. Alfredo Z. Domínguez-González</i>	75
11	Alternativa de flujo tecnológico para la producción de elementos del módulo apícola en la carpintería Alternative of technological flow for the production of elements of the beekeeping module in the carpentry i Industria Manzanillo <i>Ing. Jose L. Figueredo-Fernández, Dr. Juan M. García-Delgado, Ing. Isnauddy García-Rodríguez e Ing. Ariel R. Avilés-Tamayó</i>	85
12	Caracterización de especies del ecosistema Manglar en la colección preservada de maderas Characterization of Manglar ecosystem species in the preserved wood collection <i>Ing. Taimy Jiménez-Enríquez, Dra. Katia Manzanares-Ayala, Ing. Digna Velázquez-Viera y Lic. Alina Romeo-Sáez</i>	93

EDITORIAL

El archipiélago cubano es poseedor de la flora más rica de la cuenca del Caribe. En este contexto el Estado cubano ha expresado de diversas formas su voluntad de respaldar y proteger el patrimonio nacional que tal biodiversidad constituye. Sin embargo, a pesar de las múltiples acciones que se han realizado y se realizan, aún existe algún grado de amenaza para especies forestales arbóreas como las 60 reconocidas en tal condición por la Ley Forestal cubana vigente, lo que indica que todavía son necesarios mayores esfuerzos en aras de rescatar y proteger estos recursos naturales. Existe carencia de estudios profundos sobre estas especies que doten a los decisores y conservacionistas de herramientas y conocimientos necesarios para manejar este recurso de manera adecuada, logrando su supervivencia y su uso sustentable.

La Revista Forestal Baracoa, desde sus páginas, continuará reflejando los resultados de las investigaciones que sirven de soporte a este loable propósito.

LIC. HUMBERTO GARCÍA CORRALES
DIRECTOR GENERAL INAF

IMPACTOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PATRIMONIO FORESTAL DE LA EMPRESA AGROFORESTAL MAYARÍ

IMPACTS ASSOCIATED TO THE CLIMATIC CHANGE IN THE FORESTRY PATRIMONY OF THE ENTERPRISE AGROFORESTRY MAYARI

DRA. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ¹, DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO², DR. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO², TÈC. EIDER SUÁREZ-RAMOS¹ E ING. FERNANDO JIMÉNEZ-GUTIÉRREZ³

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa. Paso de Cuba, Baracoa, Guantánamo, Cuba, eefbaracoa@forestales.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no.1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba

³ Dirección Forestal Nacional. Ave. Rancho Boyeros, esq. a Conill, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba

RESUMEN

Como parte de las tareas previstas en el Proyecto 1008 Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático: Sector Forestal, el patrimonio costero de la Empresa Agroforestal Mayarí ha sido sujeto a una evaluación de los posibles impactos esperables. Los resultados muestran que las mayores afectaciones estarán presentes en las unidades silvícolas Guaro y Cabonico, con cambios en la composición de especies de su área forestal por el aumento de la intrusión salina, y que esos mismos impactos producirán la pérdida de condiciones agroproductivas de los suelos, pudiendo originar el cambio de uso de la tierra en esas áreas, y aquellas áreas agrícolas situadas más tierra adentro probablemente tendrán que variar su esquema habitual de cultivos por otras más tolerantes a los tenores salinos existentes. En respuesta a esos impactos se le han propuesto a la empresa medidas de adaptación que contribuyen con la preparación del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático.

Palabras claves: *impacto, cambio climático, bosques, nivel medio del mar, intrusión salina.*

ABSTRACT

As part of the tasks envisaged in project 1008 "Third National Communication on Climate change: Forestry Sector", the coastal heritage of the Agroforestry Enterprise Mayarí has been subject to an evaluation of the possible expected impacts. The results show that the greatest effects will be present in the Guaro and Cabonico forestry units, with changes in the species composition of their forest area due to the increase in saline intrusion and that these same impacts will result in the loss of agro-productive conditions of the soil, being able to cause the change of land use in those areas and those agricultural areas located more inland will probably have to vary their usual crop scheme by others more tolerant to the existing salt tenors. In response to these impacts, the company has proposed adaptation measures that contribute to the preparation of the Climate Change Confrontation Program.

Key words: *impact, climatic change, forests, half level of the sea, saline intrusion.*

INTRODUCCIÓN

Tomando en consideración que las recientes publicaciones señalan que el cambio climático podría ocurrir con mayor velocidad de lo que se había previsto anteriormente y que se han subestimado algunos de los riesgos relacionados con el mismo (Hansen *et al.*, 2007), parece

apremiante la necesidad de profundizar en los estudios sobre los diversos efectos del cambio climático, y sobre todo se necesitan plantear medidas urgentes de adaptación para atajar el problema basándonos en el "principio preventivo o precautorio" (CMNUCC, 1992).

The World Bank (2012) revela que el efecto más notable del aumento de la temperatura global para los pequeños estados insulares lo constituye el aumento del nivel medio del mar (NMM), que se estima tendrá serias implicaciones, y según Citma (2011), en el caso de Cuba, este fenómeno, si no el único, es la principal amenaza del cambio climático, y hasta el momento implica la disminución gradual de la superficie emergida en zonas bajas en 2,31 % para 2050 y 5,44 % a fines del siglo.

De igual forma la posible tendencia del incremento del nivel medio del mar traería como consecuencia una reducción del bosque salado, a la vez que sería de esperar un incremento en la salinidad de la zona costera, con la consecuente reducción de la productividad y la pérdida de importantes hábitats para algunas de sus especies marinas y terrestres (Monterrosa de Tobar, 1998).

En 2008 el Consejo de Ministros de Cuba aprueba los resultados del macroproyecto ejecutado por Citma sobre el aumento del NMM, y a su vez acuerda que cada organismo de la administración central del Estado (OACE) debe acometer la preparación de su correspondiente Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático (PECC), en el que las medidas de adaptación a este impacto deben estar incluidas (Citma, 2011).

Precisamente el impacto del aumento del NMM ha sido el más estudiado en el sector forestal cubano, destacándose los resultados de Álvarez *et al.* (2011), Ortiz *et al.* (2008), Caballero (2010), Álvarez y Álvarez (2011), Ajete (2014). En todos los casos se hace alusión a la pérdida

de la totalidad de las áreas presumiblemente inundadas en cada escenario.

Por lo anteriormente expuesto, en este estudio nos proponemos analizar los impactos del cambio climático asociados al sector forestal en la Empresa Agroforestal (EAF) Mayarí y la propuesta de medidas de adaptación, abordando el problema con una mayor profundidad, analizando no solo las áreas afectadas por el aumento del nivel medio del mar, sino que también se incluye la evaluación de la intrusión salina y la surgencia por huracanes categoría 5, con lo que se pretende contribuir al cumplimiento de los compromisos contraídos por Cuba ante el Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), así como a la preparación de la Tercera Comunicación Nacional de Cuba a la CMNUCC; al cumplimiento de la Estrategia Ambiental Nacional y a la del Minag, a la formulación e implementación del Programa Forestal de Enfrentamiento al Cambio Climático y al cumplimiento del Programa Forestal 2012-2020.

MATERIALES Y MÉTODOS

La EAF Mayarí está ubicada al noroeste de la provincia de Holguín, perteneciente a la región oriental de Cuba, administrando áreas del patrimonio forestal nacional ubicadas tanto en el litoral norte como sur y en el centro de la provincia. Abarca los municipios de Cueto y Mayarí. Limita al norte con las Bahías de Nipe y Levisa, al este con el municipio de Frank País, al sur con la provincia de Santiago de Cuba y al oeste con los municipios de Antilla, Báguanos y Urbano Noris (*Fig. 1*).



Figura 1. Ubicación de la EAF Mayarí.

La empresa, al término de 2004, con un patrimonio de 66 182,00 ha, tenía la siguiente composición (Departamento Técnico EAF Mayarí, 2014):

- Bosques naturales (38 097,70 ha y 3 392 312,0 m³), con las formaciones Manglar (3 888,20 ha y 212 969,00 m³), Semideciduo sobre suelos ácidos (8 497,40 ha y 637 073,00 m³), semideciduo sobre suelos calizos (8 288,20 ha y 851 060,00 m³) y semideciduo sobre suelos de mal drenaje (79,90 ha y 4 301,00 m³), Pinar (7 694,60 ha y 773 025,00 m³), Charrascal (9 641,50 ha y 913 366,00 m³), Pluvisilva (7,90 ha y 518,00 m³).
- Tres categorías en bosques naturales: Productor (12 658,30 ha y 1 279 613 m³),

Protector de Agua y Suelo (20 830,10 ha y 1 855 884,00 m³) Protector del Litoral (4 609,30 ha y 256 815,00 m³).

- Las plantaciones establecidas (10 324,00 ha y 963 273,00 m³).

El área empleada para la evaluación de los impactos del aumento del nivel medio del mar (NMM) y del avance de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos, así como de la surgencia por huracanes categoría 5, comprendió el norte de los municipios de Guaro y Cabonico (*Fig. 2*), ya que ocupan el patrimonio costero de la empresa (Jiménez, 2012). La información detallada de los lotes del patrimonio forestal fue facilitada por la empresa (Departamento Técnico EAF Mayarí, 2014).



Figura 2. Representación de la distribución de las áreas forestales costeras de la EAF Mayarí.

El análisis de los impactos esperables por el aumento del NMM se realizó a partir del escenario de emisiones A1C (IPCC, 2001), para una sensibilidad climática alta (4,2 °C), con las proyecciones de aumento del NMM para Cuba en 2050 y 2100 (Modelo MAGICC/SCENGEN, versión 4.1; IPCC, 2001), según lo reportado por Salas (2008) y por los resultados presentados por la Agencia de Medio Ambiente en el Macroproyecto (AMA, 2010) (*Fig. 3*), seleccionándose el valor de penetración del mar de 85 cm por ser el escenario de mayor impacto. El análisis de la penetración horizontal de la

intrusión salina en los acuíferos subterráneos como consecuencia del aumento del NMM fue realizado a partir de lo reportado por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH, 2011), al señalar que los escenarios de variación de la penetración actual indicaban avances de 3 y 5 km para 2050 y 2100, respectivamente (*Fig. 4*).

El estudio de peligro de inundación costera por surgencia se realizó a partir de los sectores de riesgo por surgencia (*Fig. 5*) y de los ciclones tropicales que impactan en general con mayor intensidad (Categoría 5) para 2100 (*Fig. 6*).

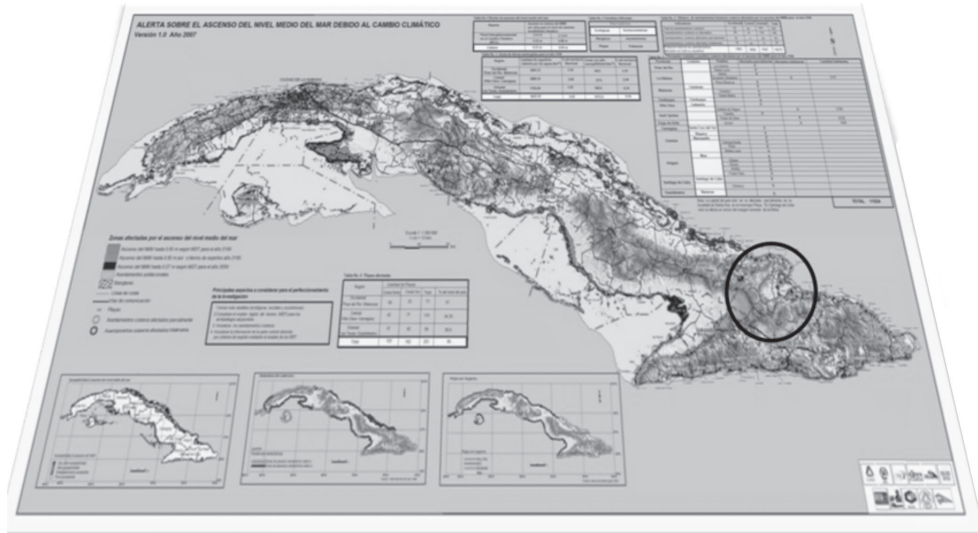


Figura 3. Mapa de afectaciones por el ascenso del nivel medio del mar en 2100 para 85 cm. Inundaciones costeras debidas al ascenso del nivel del mar (AMA, 2010).

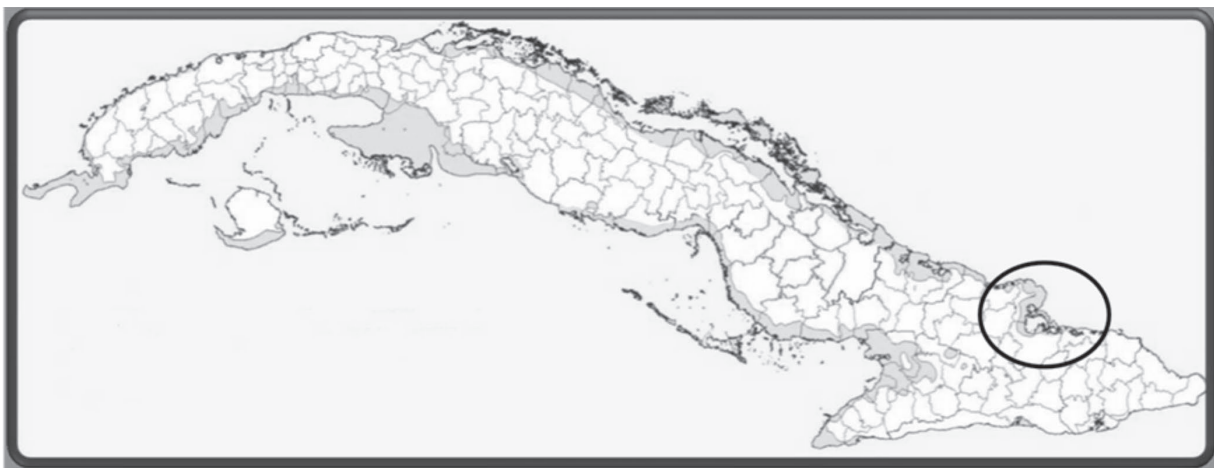


Figura 4. Penetración actual de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos (INRH, 2011).



Figura 5. Sectores de riesgo de surgencia por huracán.

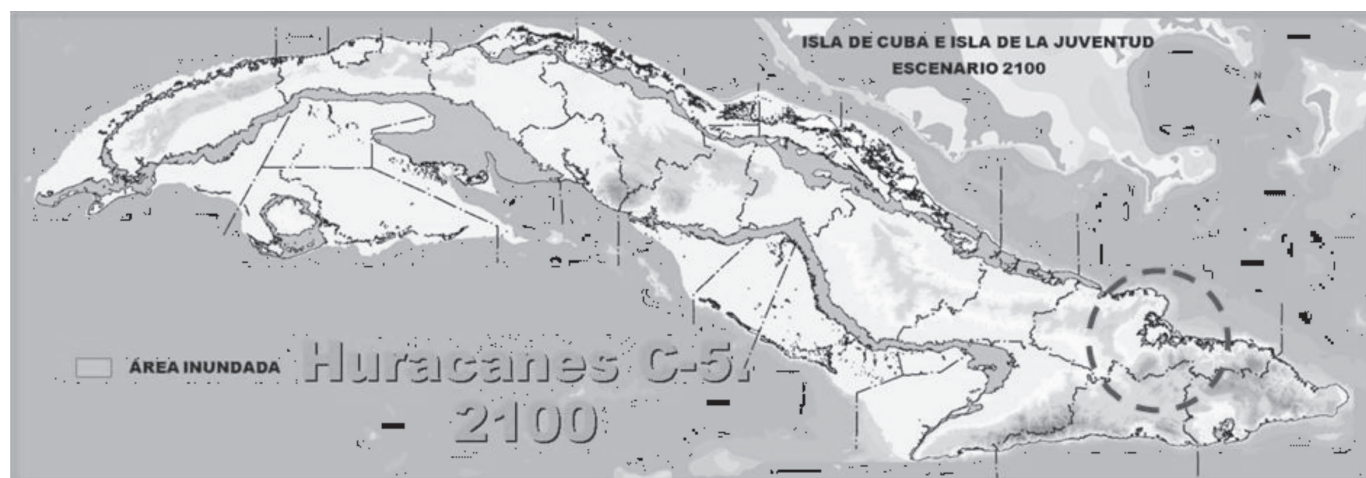


Figura 6. Área inundada por el paso de huracanes Categoría 5 (2100).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Impacto por el aumento del nivel medio del mar (NMM)

El análisis cualitativo del aumento del NMM obtuvo los resultados presentados en la Fig. 7.

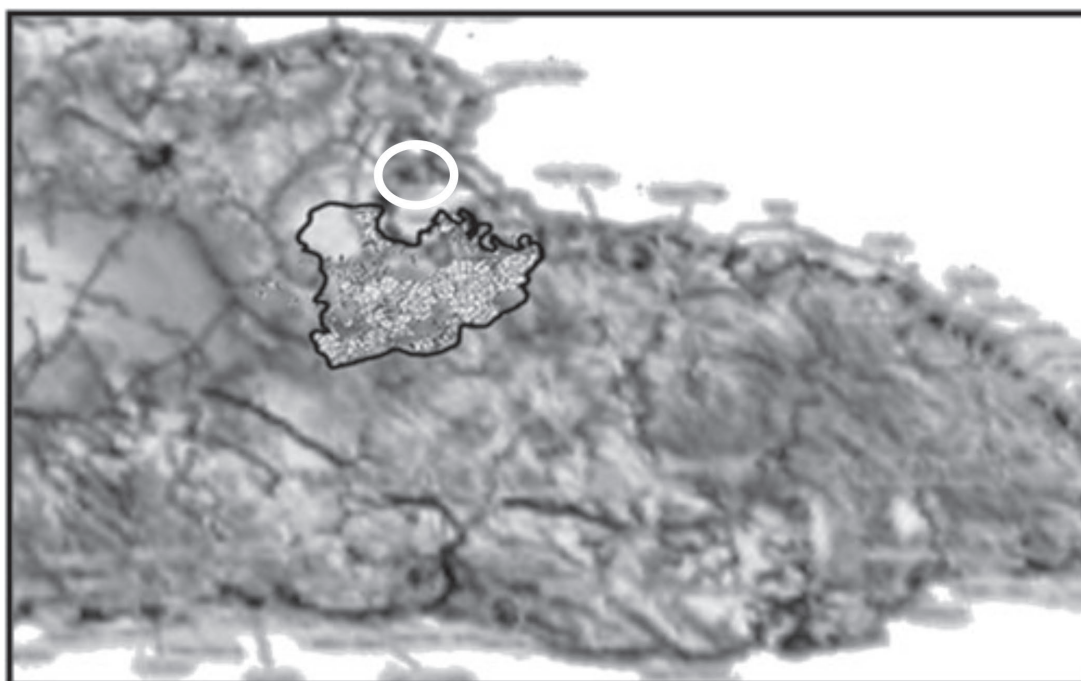


Figura 7. Penetración del mar estimada.

Como se puede observar, el área ubicada dentro del círculo identifica el área afectada por este impacto, lo cual para la EAF Mayarí la evaluación cuantitativa de los impactos esperables con los escenarios de cambio climático estimados a largo plazo para 2100 indicó que, aun cuando el aumento del nivel del mar debido al cambio climático es una amenaza para muchos bosques costeros y de cumplirse los escenarios empleados, no es apreciable la afectación en el patrimonio de la empresa debido a este impacto, o al menos en la escala del mapa que representa las zonas de inundación permanente para 2100 para 85 cm según AMA (2010) no es visible.

Impacto por el aumento de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos

El análisis cualitativo de las áreas afectadas por la intrusión salina obtuvo los resultados

presentados en la Fig. 8. Como se observa, los lotes del patrimonio forestal costero administrado por la EAF Mayarí que comprende áreas de las unidades silvícolas Guaro y Cabonico se encuentran en áreas donde la intrusión salina en los acuíferos subterráneos alcanza o supera el límite de $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ de sales.

Aun cuando no ha sido posible hacer evaluación cuantitativa de los impactos esperables con los escenarios de cambio climático estimados a largo plazo para 2100 del aumento del nivel del mar, es de suponer que un aumento futuro del NMM producirá un progresivo incremento de la intrusión salina actual en los acuíferos subterráneos, y con ello probablemente una elevación de la concentración de sales en las zonas donde está situado el patrimonio forestal costero de la empresa.



Figura 8. Penetración horizontal actual de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos (Fuente: INRH).

En términos cuantitativos la Tabla 1 muestra los lotes de las áreas forestales costeras de la EAF Mayarí que se afectarán por la intrusión salina en los acuíferos subterráneos.

En general en la empresa serán afectadas al finalizar 2100 5 983,0 ha de sus bosques costeros, y parcialmente 940,83 ha para un total de 6 923,83 ha, para el 10,46 % de su patrimonio (Tabla 1).

Tabla 1. Lotes que se afectarán por concepto de intrusión salina

Afectaciones futuras									
Unidades de manejo	Total		Parcial		Unidades de manejo	Total		Parcial	
	Lote	Área (ha)	Lote	Área (ha)		Lote	Área (ha)	Lote	Área (ha)
Guaro	1	280,6	14	20,7	Cabonico	1	1405,9	10	89,4
	2	799,7				2	238,6	13	161,8
	3	200,7				3	182,6	17	162,2
	4	745,6				4	129,8	18	136,1
	5	74,3				5	180,8	19	118,2
	6	458,8				6	263,4	20	92,1
	7	115,9				7	363,2	21	160,4
	11	203,7				8	135,3		
						9	139,3		
						11	64,9		
Subtotal		2 879,2		20,7	Subtotal		3 103,8		920,2
Total general		6 923,8							

En ese patrimonio las áreas categorizadas como Protectoras del Litoral suelen estar compuestas por especies adaptadas a los altos tenores salinos del agua tanto superficial como subterránea, como es el caso de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (patabán), *Buchenavia tetraphylla* (Aubl.) How. (júcaro amarillo) y *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), según Menéndez *et al.* (2006), señaladas como especies principales de la mayoría de los lotes Protectoras del Litoral en las zonas consideradas. Las áreas categorizadas como Protectoras de Agua y Suelos están compuestas por especies como *Casuarina equisetifolia* L. (casuarina), *Buchenavia capitata* (Vahl.) Eichl. (júcaro), *Avicennia germinans* (mangle prieto) y en algunas sitios por *Pinus cubensis* Sarg. ex Griseb. (pino de Mayarí), mientras que las áreas categorizadas como productoras generalmente están compuestas por otras especies como *Pinus cubensis* Sarg. ex Griseb, *Casuari-*

na equisetifolia L., que pueden o no presentar tolerancia a los altos tenores salinos, y un aumento futuro de los mismos pudiera dar lugar a una paulatina modificación de la composición de especies en estas áreas, cambiando así su actual valor productivo.

Son los bosques protectores del litoral costero considerados como la única barrera terrestre natural con que cuentan los pequeños estados insulares para atenuar en magnitud y dilatar en tiempo los efectos negativos del aumento del nivel del mar y sus consecuencias en la intrusión salina, y en la medida en que aumente la reforestación de sus áreas, mayor será la disminución de estos impactos.

La EAF Mayarí registraba al término de 2004 un total de 4 609,30 ha de áreas Protectoras del Litoral pendientes de reforestar, de las que 319,1 ha (6,9 %) están concentradas en la

unidad silvícola Guaro y 687,4 ha (14,91 %) en Cabonico, para un total de 1 006,5 ha, área que debe ser reforestada a la mayor brevedad posible, tomando en consideración, al seleccionar las especies para tal propósito, los altos tenores salinos ya existentes en los acuíferos subterráneos.

Hay que poner interés en estas áreas, pues si se pierde gran cantidad de bosques costeros la cuña salina penetrará tierra adentro afectándose tanto estas especies forestales como del sector agrícola, teniendo consecuencias desfa-

vorables tanto desde el punto de vista económico como ambiental, ya que el problema mayor se presentaría en las otras formaciones que le suceden o áreas agrícolas contiguas al límite actual de los manglares, donde la inundación y la intrusión salina provocarían su pérdida o bajos niveles productivos.

Peligro de inundación costera por surgencia

El análisis cualitativo de las áreas afectadas por la surgencia de huracanes categoría 5 obtuvo los resultados presentados en la Fig. 9.



Figura 9. Impactos esperables de la surgencia de huracanes categoría 5 (Escenario 2100).

En la Tabla 2 se resumen las afectaciones de las áreas forestales costeras de la EAF Mayarí que se afectarán por concepto de surgencia de huracanes categoría 5, que ascienden a un total a 4294,02 ha hacia 2100, con las mayores afectaciones según presencia para las especies *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (patabán) y

Rhizophora mangle L. (mangle rojo), lo que hace que sea la formación de manglar la más afectada por este impacto debido a que son estas las especies más abundantes de forma general en los manglares cubanos (Menéndez *et al.*, 2006). Las afectaciones previstas representan un 6,49 % del patrimonio de la EAF Mayarí.

Tabla 2. Lotes que se afectarán por concepto de surgencia de huracanes categoría 5 (Escenario 2100)

Afectaciones futuras									
Unidades de manejo	Total		Parcial		Unidades de manejo	Total		Parcial	
	Lote	Área (ha)	Lote	Área (ha)		Lote	Área (ha)	Lote	Área (ha)
Guaro	1	280,6	4	149,12	Cabonico	1	1405,9	8	67,5
	2	799,7				2	238,6	9	69,7
	3	200,7				3	182,6		
	7	115,9				4	129,8		
						5	180,8		
						11	64,90		
						18	408,20		
Subtotal		1396,9		149,12	Subtotal		2610,8		137,2
Total general		4294,02							

De cumplirse los escenarios empleados, la mayor parte de la superficie de los lotes costeros de la empresa hoy existentes quedarán expuestos a la intrusión salina y la surgencia por huracanes de categoría 5 a lo largo del presente siglo, y es muy probable que la EAF Mayarí presente cambios en la composición de especies de su área forestal por el aumento de la intrusión salina, sumado a ello que esos mismos impactos producirán la pérdida de condiciones agroproductivas para la agricultura, pudiendo originar el cambio de uso de la tierra en esas áreas, que en algún momento tendrán que ser destinadas a la actividad forestal y que deberán ser reforestadas con especies que soporten altos tenores de salinidad, y aquellas áreas agrícolas situadas más tierra adentro probablemente tendrán que variar su esquema habitual de cultivos por otras más tolerantes a los tenores salinos existentes.

Propuesta de medidas de adaptación para la zona costera de la EAF Mayarí

En las unidades silvícolas y áreas de manglares que van a ser afectadas por cualquiera de los impactos evaluados, y teniendo en cuenta que la empresa cuenta con gran cantidad de bosques productores y protectores que constituyen la única barrera física terrestre que protege a esos territorios contra los efectos del aumento del nivel del mar, incluyendo la pérdida de territorio, la erosión costera y la intrusión salina de los acuíferos, se proponen en primera instancia medidas de adaptación a saber:

- 1) La suspensión de toda actividad de aprovechamiento económico en esos bosques con énfasis en los manglares, según la moratoria establecida por la Dirección Forestal del Minag.
- 2) La creación de un sistema de monitoreo permanente y de alerta temprana del comportamiento de la marea y del estado de los bosques, incluyendo las modificaciones que de ello puedan derivarse en el Proyecto de Ordenación Forestal de la empresa, y solo cuando sea evidente e inminente por los impactos evaluados la pérdida de recursos forestales en esos territorios, debe procederse a su aprovechamiento.
- 3) Acometer la reforestación de 1006,5 ha de los bosques Protectores del Litoral que se reportan como pendientes de reforestar a la mayor brevedad posible, tomando en consideración, al seleccionar las especies para tal propósito, los altos tenores salinos ya existentes en los acuíferos subterráneos.
- 4) Que la EAF Mayarí disponga de un Proyecto de Ordenación Forestal con la flexibilidad suficiente para poder incluir en él, a partir de la actualización de su dinámica y de conjunto con las instituciones científicas de la provincia, las modificaciones que ocurran sobre la situación costera, con vistas a la inclusión de las decisiones oportunas en el plan productivo que la entidad prepare para el año próximo.
- 5) Diseñar e implementar acciones para concientizar y mejorar la capacidad de acción

frente al tema del cambio climático mediante actividades en la educación formal e informal a todos los niveles, capacitación a funcionarios, tomadores de decisiones, comunidades, centros educativos y a la sociedad en general.

CONCLUSIONES

- La evaluación realizada a la EAF Mayarí ha demostrado que presenta diversas vulnerabilidades a los impactos derivados del cambio climático los que, para ser apropiadamente enfrentados, demandan la implementación de medidas de adaptación que permitan disminuir la magnitud de los impactos, lo que debe ser considerado en el Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático.
- Los resultados alcanzados en este estudio de caso demuestran que hay que poner particular interés en las evaluaciones cuantitativas y cualitativas como resultado de los impactos que el cambio climático ejercerá de manera negativa en los ecosistemas costeros.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajete, A. 2014. Medidas para la adaptación y mitigación del cambio climático en el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Baracoa. Cuba. 99 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Álvarez, A., Jiménez, F., Mercadet, A. 2011. Impacto del aumento del nivel del mar en los bosques del sur de La Habana. V Congreso Forestal Internacional (Palacio de las Convenciones, 25-29 abril: La Habana) Cuba.
- Álvarez, Y., Álvarez, A. 2011. Consecuencias del aumento del nivel del mar por el cambio climático en el Delta del Cauto. V Congreso Forestal Internacional (Palacio de las Convenciones, 25-29 abril: La Habana) Cuba.
- AMA (Agencia de Medio Ambiente). 2010. Resultados del Macro proyecto Peligros y Vulnerabilidad Costera (2050-2010) al término del año 2009. CITMA.
- CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). 2011. Macroproyecto sobre peligros y vulnerabilidad costera (2050-2100). Resultados generales. Directrices y plan de acción del macroproyecto. La Habana, Cuba (inédito).
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 1992. Artículo 3: principios. p. 4-5 [en línea]. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf> [Consulta: 22 de octubre 2013].
- Departamento Técnico EFI Mayarí. 2014. Comunicación personal.
- Hansen, J., et al. 2007. Climate change and trace gases. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. 365:1925-1954.
- INRH (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos). 2012. Mapas de las cuencas hídricas superficiales y subterráneas del país. Versión digital.
- IPCC. 2001. Special Report on Emissions Scenarios. IPCC WGIII. 35 p.
- Jiménez, F. 2012. Distribución de los lotes costeros de la EFI Mayarí. GEAM. Dpto. Ordenación Forestal.
- Menéndez, L., Guzmán, J.M. 2006. Ecosistemas de manglar en el Archipiélago Cubano. Estudios y experiencias enfocados a su gestión. La Habana. Editorial Academia. 329 p.
- Monterrosa de Tobar, M. 1998. Evaluación de los impactos del cambio climático en el sector agropecuario de la zona costera de El Salvador. Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático de El Salvador. 138 p.
- Caballero, L. 2010. Informe técnico final sobre la evaluación de los impactos esperables del cambio climático en la EFI Villa Clara y estrategia de adaptación. Subproyecto 11.69.02 Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación, Proyecto 11.69 Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal, Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana. 20 p.
- Ortiz, O., et al. 2008. Evaluación de impactos y estrategia de adaptación para la Empresa Forestal Integral "Victoria de Girón", provincia Matanzas, Informe de Resultado Subproyecto 11.69.02. Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación, Proyecto 11.69 Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal, Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana. 11 p.
- Salas, L. 2008. Impacto de la surgencia en el archipiélago cubano, considerado los cambios climáticos. EN: Memorias del Taller Cambios Globales y Medio Ambiente: Tendencias mundiales, resultados y proyecciones de trabajo. La Habana.
- The World Bank. 2012. Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must be Avoided. The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA. 84 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Arlety Ajete Hernández

Ingeniera Forestal, Doctora en Ciencias Forestales, Investigadora Auxiliar, Miembro del Tribunal Permanente para el otorgamiento del grado Técnico Medio Forestal en el Instituto Politécnico de Agronomía Limbano Sánchez, de Baracoa, Guantánamo. Se encuentra vinculada a varios proyectos de investigación-desarrollo, fundamentalmente en los relacionados con el tema de Cambio Climático y el Sector Forestal. Integrante del Grupo de Cambio Climático del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, es autora y coautora de varias publicaciones y ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

PRIMERAS EXPERIENCIAS SOBRE LA INTERRELACIÓN GÉNERO-CAMBIO CLIMÁTICO EN CIÉNAGA DE ZAPATA, MATANZAS, CUBA

FIRST EXPERIENCES ON GENDER-CLIMATE CHANGE INTERRELATION IN CIÉNAGA DE ZAPATA, MATANZAS, CUBA

DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO¹, ING. MISLEYDIS MORALES-LEZCANO², DR. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO¹,
TÉC. LOURDES GÓMEZ-PULIDO², TÉC. CARLOS Y. MILÁN-MARTÍNEZ² Y TÉC. NATIVIDAD TRIGUERO-ISASI¹

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Investigación e Innovación Tecnológica.
Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, mercadet@forestales.co.cu,
tel. (53) 7 2084767

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Itabo.
Calle Esteban Hernández 354, Itabo, Martí, Matanzas, Cuba

RESUMEN

Teniendo en cuenta la importancia de que la formulación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático tenga un enfoque de género, es que se realiza este estudio cuyo objetivo consistió en evaluar el conocimiento de la población sobre los impactos del cambio climático en el municipio de Ciénaga de Zapata y valorar su interrelación con el componente género. Se confeccionaron las planillas para las entrevistas a partir de las Guías UICN-PNUD (2009) y de FAO (2013). Se realizaron en total 98 entrevistas, de ellas 38 en centros laborales y 60 en asentamientos poblacionales. Los resultados permiten valorar los aspectos que requieren de atención priorizada sobre la definición de medidas para la adaptación al cambio climático en el territorio, incluyendo divulgación y capacitación, favorecido por la poca diferencia en el componente género sobre el conocimiento del territorio y de los cambios del clima.

Palabras claves: cambio climático, adaptación, género.

INTRODUCCIÓN

Se plantea por UICN-PNUD (2009) que vincular el cambio climático con el desarrollo humano sigue siendo un desafío importante, ya que existe una necesidad apremiante de adoptar un enfoque sensible al género en la formulación de políticas y programas sobre cambio climático. Se requiere que hombres y mujeres entiendan el proceso de cambio climático y compartan

ABSTRACT

Taking into account the importance that the formulation of measures of adaptation and mitigation to climate change have a gender focus, is that this study is conducted whose objective was to assess the population's knowledge on the impacts of climate change in the Ciénaga of Zapata Municipality and assess its interrelation with the gender component. The forms for the interviews were prepared from the UICN-UNDP (2009) and FAO (2013) Guidelines. A total of 98 interviews were conducted, 38 of them in work centers and 60 in population settlements. The results allow assessing the aspects that require priority attention on the definition of measures for adaptation to climate change in the territory, including dissemination and training, favored by the little difference in the gender component on knowledge of the territory and changes in the weather.

Key words: climate change, adaptation, gender.

información sobre cómo contrarrestar sus impactos negativos, por lo tanto es importante que las mujeres tengan un acceso equitativo al conocimiento, recursos y tecnología que son necesarios para influir en el cambio climático.

Gonda (2014) señala que “el riesgo que representan los efectos del cambio climático no solo

tiene que ver con pérdidas económicas. En lo particular, y de manera muy alarmante, los efectos del cambio climático también tienen el potencial de agravar las desigualdades de género”. Esta autora refiere además que “a pesar de que en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) hay una preocupación evidente para promover la igualdad de género y mejorar la participación de las mujeres en los distintos órganos y plataformas de la CMNUCC y en las decisiones sobre adaptación, mitigación, fortalecimiento de capacidades, entre otras, en realidad no hay suficiente comprensión de cómo el cambio climático y la variabilidad climática afectan las relaciones de género, ni de cómo abordar las diferencias de género de manera efectiva en las medidas de adaptación y mitigación. Además, poco se ha analizado cómo las desigualdades de género influyen en los diferentes factores que potencialmente pueden aumentar la vulnerabilidad climática de ciertos grupos de la población”. La participación de las mujeres en los procesos de consulta y toma de decisiones es esencial para la generación de estrategias de adap-

tación y mitigación (Grupo Interagencial de Género del Sistema de las Naciones Unidas de México, 2013).

El objetivo de este estudio consistió en evaluar el conocimiento de la población sobre los impactos del cambio climático en el municipio de Ciénaga de Zapata y valorar su interrelación con el componente género.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como metodología del estudio, se confeccionaron planillas para las entrevistas a partir de la Guías de UICN-PNUD (2009) y FAO (2013), las que estuvieron orientadas al conocimiento de la caracterización del territorio, percepción de cambios en el clima y sus posibles impactos sociales y laborales, especificando en cada una el sexo del entrevistado. El total de entrevistas se dividió en dos grupos: cuatro asentamientos humanos, denominado el grupo de los *pobladores*, y seis grupos ocupacionales, denominado el grupo de los *trabajadores*, ubicados en las mismas localidades (Figs. 1 y 2).

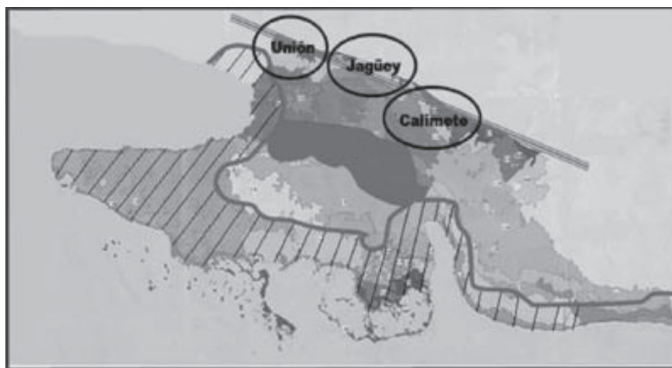


Figura 1. Municipio de Ciénaga de Zapata. Penetración del mar esperable para 2100 bajo el escenario IS92A, proyectada sobre el mapa de vegetación de la empresa (Ortiz, 2008).



Figura 2. Ubicación de las zonas de estudio.

El contenido de las entrevistas estuvo dividido en dos partes:

a) *Aspectos generales*, con varias preguntas en cada aspecto, pero comunes para todos los entrevistados. Incluían la *caracterización del territorio* en los siguientes aspectos: ambiental, económico, institucional, social, del clima antes y después de 2000 y acceso a la información sobre cambio climático.

b) *Aspectos particulares*, con varias preguntas en cada aspecto, pero específicas para diferentes conjuntos de entrevistados. Incluían los siguientes *indicadores del cambio climático*: penetración del mar, períodos de sequía, de lluvias intensas, mayor temperatura de día y de noche, agua salobre, cambios en la fenología de los cultivos agrícolas y de los árboles, disminución en los rendimientos productivos.

En cada uno de los grupos entrevistados y cada pregunta del aspecto tratado fue calculado el porcentaje de respuestas positivas registradas y de estas el porcentaje por sexo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la cantidad de entrevistas con los pobladores y trabajadores se dan en la *Tabla 1*.

De las 38 entrevistas en centros laborales, 21 de ellas fueron respondidas por mujeres para alcanzar un 55,2 %, y en los asentamientos poblacionales de las 60 entrevistas, 32 fueron respondidas por mujeres para un 53,3 %, por lo que se considera que hubo un balance adecuado de género en la participación de las entrevistas.

Tabla 1. Cantidad de entrevistas realizadas en centros laborales y asentamientos poblacionales

Centros laborales (38 personas)						Asentamientos poblacionales (60 personas)			
Gobierno (7,8 %)	Organopónico (13,2 %)	Educación (13,2 %)	Turismo (18,4 %)	Pesca (21,1 %)	Empresa Flora y Fau- na (26,3 %)	Soplillar (16,7 %)	Buena Ventura (16,7 %)	Playa Girón (16,7 %)	Mario López (50 %)
3 (2F)	5 (3F)	5 (2F)	7 (3F)	8 (5F)	10 (6F)	10 (7F)	10 (7F)	10 (6F)	30 (12F)

Caracterización del territorio

Caracterización ambiental

Los entrevistados consideraron que el territorio presenta periodos de sequía, discreta coincidencia sobre periodos de temperaturas bajas y elevada coincidencia sobre meses de temperatu-

ras altas, que sus ríos no están contaminados, cuenta con reservas ecológicas, existe acceso al agua potable pero no suficiente y dispone de buen nivel higiénico (*Tabla 2*). El componente femenino fue mayoritario en las respuestas afirmativas, excepto para la existencia de ríos contaminados.

Tabla 2. Respuestas del total de entrevistados sobre la caracterización ambiental

	Caracterización ambiental							
	Periodos de sequía	Periodos de lluvia	Periodos temps. bajas	Periodos temps. altas	Existencia reserva ecológica	Ríos contaminados	Acceso agua potable	Buena higiene
Total SI	91	46	56	88	81	12	65	76
SI (% del total)	92,9	46,9	57,1	89,8	82,7	12,2	66,3	77,6
F (%)	52,7	50,0	53,6	55,7	50,6	41,7	53,8	55,3
M (%)	47,3	50,0	46,4	44,3	49,4	58,3	46,2	44,7

Valorando las respuestas por pobladores y trabajadores, las mayores diferencias que pudieron advertirse se presentaron en la percepción de

los periodos de bajas temperaturas, existencia de ríos contaminados y acceso al agua potable (*Tabla 3*).

Tabla 3. Respuestas de pobladores y trabajadores sobre la caracterización ambiental

Categoría	Periodos de sequía	Periodos de lluvia	Periodos temps. bajas	Periodos temp. altas	Existencia reserva ecológica	Ríos contaminados	Acceso agua potable	Buena higiene
Pobladores (%)	91,7	46,7	65,0	90,0	83,3	81,7	58,3	78,3
Trabajadores (%)	94,7	47,4	44,7	89,5	81,6	97,4	78,9	76,3

En los pobladores, a diferencia de lo que opinan los trabajadores, se consideró mayoritariamente que en el territorio ocurren períodos de bajas temperaturas. Con respecto a la existencia de ríos contaminados, aunque ambos grupos coincidieron en afirmarlo, el respaldo dado por los pobladores es inferior al que expresaron los trabajadores, y en cuanto al acceso al agua potable, se repitió el resultado anterior, pero con menores niveles de aceptación por ambos grupos.

Analizando las respuestas para los cuatro asentamientos poblacionales, se refleja en la *Tabla 4* que respondieron afirmativamente por encima del 77 %, sobre la percepción de períodos de sequía, de altas temperaturas, de existencia de reserva ecológica y de buena higiene en el territorio, presentando amplia diferencia con la respuesta sobre el acceso al agua potable que solamente en Mario López estuvo por encima del 60 %.

Tabla 4. Respuestas de los asentamientos poblacionales sobre la caracterización ambiental

<i>Categoría</i>	<i>Períodos de sequía</i>	<i>Períodos de lluvia</i>	<i>Períodos temps. bajas</i>	<i>Períodos temps. altas</i>	<i>Existencia reserva ecológica</i>	<i>Ríos contaminados</i>	<i>Acceso agua potable</i>	<i>Buena higiene</i>
Soplillar (%)	100	40	70	100	100	10	60	60
Buena Ventura (%)	80	50	50	100	80	10	30	90
Playa Girón (%)	100	40	80	80	90	0	30	90
Mario López (%)	90	50	63	87	77	30	77	77

Caracterización económica

Con los datos de la *Tabla 5* se demostró que mayoritariamente conocen los sectores eco-

nómicos que existen en el territorio y plantearon que faltaba el turismo. El componente femenino fue mayoritario en las respuestas afirmativas.

Tabla 5. Respuestas del total de entrevistados sobre la caracterización económica

	<i>Caracterización económica</i>							
	<i>Agrícola</i>	<i>Pecuaria</i>	<i>Forestal</i>	<i>Pesquera</i>	<i>Salinera</i>	<i>Alevinaje</i>	<i>Apicultura</i>	<i>Carbón</i>
Total SI	44	44	96	88	19	32	86	92
SI (% del total)	44,9	44,9	98,0	89,8	19,4	32,7	87,8	93,9
F (%)	54,5	59,1	54,2	52,3	57,9	59,4	52,3	53,3
M (%)	45,5	40,9	45,8	47,7	42,1	40,6	47,7	46,7

Caracterización institucional

El componente que menos dominan es la existencia de instituciones de investigación

(*Tabla 6*), superando el componente femenino en los resultados.

Tabla 6. Respuestas del total de entrevistados sobre la caracterización institucional

	<i>Caracterización institucional</i>			
	<i>Etecsa</i>	<i>Banco</i>	<i>Empresas</i>	<i>Unidades de investigación</i>
Total SI	92	87	70	19
SI (% del total)	93,9	88,8	71,4	19,4
F (%)	53,3	52,9	51,4	52,6
M (%)	46,7	47,1	48,6	47,4

Caracterización social

Los aspectos que menos dominan son la existencia de Casa de Cultura (67 %), Casa de Abuelos (44 %) y Círculos Infantiles (34 %). El compo-

nente femenino fue mayoritario en respuestas afirmativas, excepto para las existencias de Casa de Cultura (47 %), Círculos de Interés (49 %) y Círculos Infantiles (42 %) (*Tabla 7*).

Tabla 7. Respuestas del total de entrevistados sobre la caracterización social

	Caracterización social										
	Centro de recreación	Cafeterías	Casa de Cultura	Círculos de Interés	Casa de Abuelos	Farmacias	Bodegas	Círculos Infantiles	Primaria	Secundaria	Policlínico
Total SI	80	95	66	70	43	98	96	33	98	90	88
SI (% del total)	81,6	96,9	67,3	71,4	43,9	100,0	98,0	33,7	100,0	91,8	89,8
F (%)	51,3	54,7	47,0	48,6	51,2	54,1	54,2	42,4	54,1	52,2	53,4
M (%)	48,8	45,3	53,0	51,4	48,8	45,9	45,8	57,6	45,9	47,8	46,6

Caracterización del clima

Se constató que para ambos sexos la percepción del clima antes y después de 2000 está

en correspondencia con los reportes de los años más calientes a partir de 1998, resultado que se resumen en la *Tabla 8*:

Tabla 8. Percepción del clima antes y después del año 2000

	Días calientes en invierno	Noches frías en invierno	Noches calientes en invierno	Meses de invierno				
				N	D	E	F	M
Total SI mujeres antes de 2000	20	48	14	30	39	44	40	24
Total SI hombres antes de 2000	21	43	15	26	40	41	40	20
Total SI mujeres después de 2000	49	22	38	12	15	38	37	6
Total SI hombres después de 2000	49	15	36	6	12	31	31	4

Del total de entrevistados sobre la presencia de las lluvias intensas en invierno, solo entre el 21 y 27 % respondió afirmativamente para los dos períodos, y del total de respuestas el componente femenino fue del 44 y 47 %, respectivamente. Como meses de intensas lluvias, un 56 % lo consideró en mayo antes de 2000, bajando a un 36 % esta opinión para después de 2000, y en ambos casos fue mayoritaria la respuesta del componente femenino. En cuanto al período de sequía, lo consideran mayorita-

riamente de noviembre a marzo antes de 2000, y lo extienden hasta abril después de 2000, llegando un 40 % a incluir mayo. El criterio del componente femenino fue mayoritario para el período enero-abril antes de 2000, y para el período noviembre-mayo después de 2000. Como meses de intensas lluvias, un 56 % lo consideró en mayo antes de 2000, bajando a un 36 % esta opinión para después de 2000, y en ambos casos fue mayoritaria la respuesta del componente femenino.

Sobre la afectación del territorio por huracanes intensos antes de 2000, respondió afirmativamente un 89 %, y un 52 % la presencia frecuente de huracanes; mientras que para después de 2000, bajó a un 15 y 4 %, respectivamente. En ambas consideraciones fue mayoritaria la respuesta afirmativa de las mujeres.

Indicadores de cambio climático

Para los entrevistados con el Gobierno, Educación y los asentamientos poblacionales la percepción del cambio climático la refieren con los siguientes indicadores reflejados en la *Tabla 9*:

Tabla 9. Percepción del cambio climático en el Gobierno, Educación y los asentamientos poblacionales

	<i>Penetración del mar</i>	<i>Sequía</i>	<i>Lluvias intensas</i>	<i>Huracanes</i>	<i>>Temp. D/N</i>	<i>>Temp. N</i>	<i>Suelos salinos</i>	<i>Agua salobre</i>	<i>Fenología de los cultivos</i>	<i>Fenología de los árboles</i>	<i>Disminución del rendimiento</i>
Total SI (68 entrevistas)	37	65	17	8	65	47	25	49	48	53	45
SI (porcentaje del total)	54,4	95,6	25,0	11,8	95,6	69,1	36,8	72,1	70,6	77,9	66,2
F (%)	51,4	53,8	41,2	50,0	53,8	57,4	52,0	51,0	54,2	50,9	53,3
M (%)	48,6	46,2	58,8	50,0	46,2	42,6	48,0	49,0	45,8	49,1	46,7

El aumento de los períodos de sequía y de la temperatura de día y noche fueron los dos aspectos mayoritarios, y en ambos casos con mayor respaldo por el componente femenino.

La percepción de la penetración del mar no fue mayoritaria y estuvo centrada en los asentamientos de Soplillar, Buena Ventura, Playa Girón y el Gobierno.

Con relación a los cambios en la fenología, respondieron afirmativamente para los cultivos el 70,6 % y el 77,9 % para los árboles, con mayor representatividad en las mujeres. En los asentamientos poblacionales el criterio sobre la afectación del agua salobre para los miembros del hogar fue del 72 %, y refieren la mayor afectación para las mujeres y en segundo lugar los hombres.

En el sector de la pesca consideraron mayoritariamente que el aumento de la temperatura sí estaba influyendo en la actividad pesquera, que percibían menos especies de peces, algunas de

menor tamaño, menos rendimientos, cambios en la época de aparición de algunas especies y presencia de especies invasoras, con mayor respaldo del componente femenino.

En el caso del organopónico y Empresa de Flora y Fauna, consideran importante seleccionar especies tolerantes a la salinidad y a la sequía, así como valorar las fechas de recolección de frutos y etapa de vivero y plantación, con similar respaldo del componente femenino y masculino.

Acceso a la información

Se constató que acceden a las informaciones sobre cambio climático, preferiblemente por la prensa y la radio, y que esta se comparte entre la población y los trabajadores, pero en las escuelas esta información no es satisfactoria (*Fig. 3*).

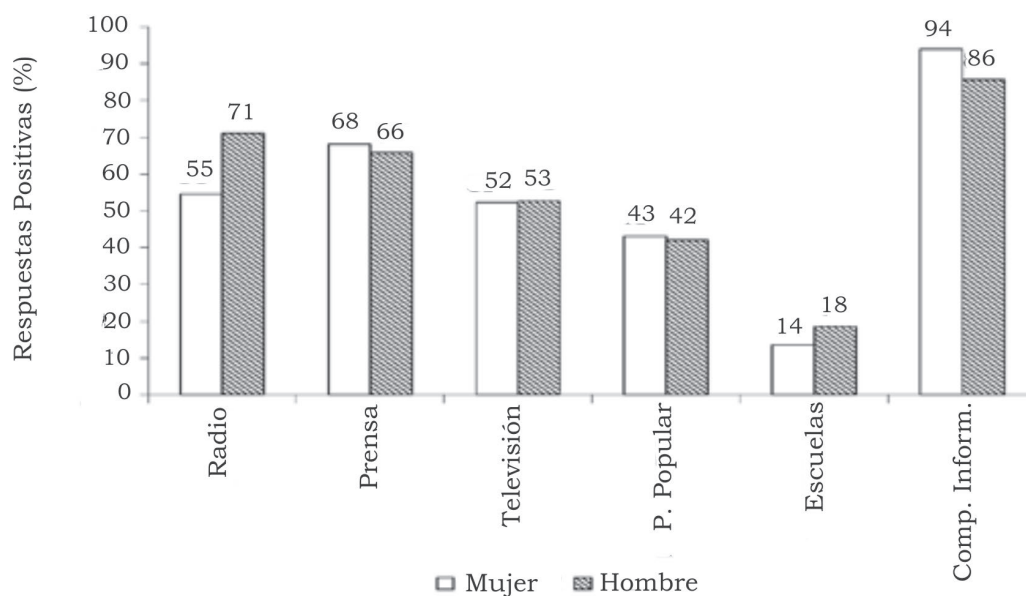


Figura 3. Acceso a la información sobre cambio climático.

CONCLUSIONES

- El balance de género en las entrevistas fue adecuado, ya que tanto en los centros laborales como en los asentamientos humanos la participación femenina fue del 54 % como promedio.
- Se demuestra que existe conocimiento de las características del territorio, tanto desde el punto de vista ambiental como en lo económico y social.
- Se identifica como un aspecto crítico el acceso al agua potable, ya que solamente en una comunidad fue afirmativa por encima del 60 %.
- La percepción del clima antes y después de 2000 está en correspondencia con los reportes de temperatura y precipitaciones del Insmet.
- Se evidenció que reciben información sobre cambio climático mayoritariamente por la prensa y la radio, y que se comparte la información, siendo pobre esta información en las escuelas.
- El componente femenino fue mayoritario en las respuestas afirmativas que respaldaron el nivel del conocimiento del territorio y la percepción del cambio climático con diferentes indicadores.

- Los resultados permiten valorar los aspectos que requieren de atención priorizada sobre la definición de medidas para la adaptación al cambio climático en el territorio, incluyendo divulgación y capacitación, favorecido por la poca diferencia en el componente género sobre el conocimiento del territorio y de los cambios del clima.

BIBLIOGRAFÍA

- FAO. 2013. Guía de capacitación. Investigación del género y cambio climático en la agricultura y la seguridad alimentaria para el desarrollo. 161 p.
- Gonda, N. 2014. Género y Adaptación al Cambio Climático: Puesta en común y sistematización de experiencias sobre la integración de la perspectiva de género en la adaptación al cambio climático en el ámbito rural en Nicaragua. Agrónomos y Veterinarios sin fronteras. 72 p.
- Grupo Interagencial de Género del sistema de las Naciones Unidas de México. 2013. Ficha informativa sobre género y desarrollo No.7. 2 p.
- Mercadet, A. 2017. Informe final del proyecto "Contribución del sector forestal a la Tercera Comunicación Nacional". 49 p.
- Ortiz, O. 2008. El sector forestal de la península Zapata, en Matanzas, Cuba: Aspectos de su interrelación con el cambio climático. 264 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ecología)-- Universidad de Alicante- Universidad de Pinar del Río.
- UICN-PNUD. 2009. Manual de capacitación en género y cambio climático. 307 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Alicia Mercadet Portillo

Doctora en Ciencias Forestales. Investigadora Titular del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Trabaja en la temática de Cambio Climático y Bosques. Ha impartido cursos de posgrado, tutoría de Tesis de Maestría y Doctorado. Recibió Premio Organismo Minag, Premio Academia de Ciencias y Premio Especial de Citma en Medio Ambiente por los resultados presentados en el libro *El sector forestal cubano y el cambio climático*. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Patentes

- Uso de bioestimulantes en la resinosis inducida.

Otras ofertas

- Turismo científico.
- Posturas forestales y frutales.
- Literatura científica y materiales informativos.
- Semillas forestales.
- Aceite trementina, colofonia.

PRONÓSTICO DE BIOMASA DE COPA APROVECHABLE DE *PINUS CARIBAEA* POR METRO CÚBICO DE MADERA DE FUSTE

PREDICTION OF PROFITABLE CROWN BIOMASS'S OF *PINUS CARIBAEA* FOR M³ OF SHAFT'S WOOD

DR. ALBERTO M. VIDAL-CORONA¹, DR. ROLANDO QUERT-ÁLVAREZ² E ING. GERÓNIMO F. AVILÉS-MARTÍNEZ¹

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Camagüey. Ave. Ignacio Agramonte 178, Los Coquitos, Camagüey, Cuba, alberto.vidal@inaf.cmg.minag.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba

RESUMEN

La investigación se ejecutó de enero a octubre de 2017 en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, existentes en los municipios Viñales, Guane, La Palma y Minas de Matahambre, provincia de Pinar del Río, Cuba. Los objetivos fueron la definición del potencial medio de biomasa foliar y biomasa maderable de copa aprovechable por metro cúbico de madera de fuste, extraídos del bosque diariamente, para la obtención de extracto alcohólico biactivo y como portador energético, respectivamente, y el diseño de una tecnología para su aprovechamiento. Los resultados mostraron que por cada metro cúbico de madera de fuste acopiada, se alcanzaba como promedio una biomasa maderable de copa de 87,0 kg; 54,7 kg de biomasa de manojos fasciculares y 42,5 kg de acículas. La tecnología diseñada es adecuada para su aprovechamiento y posterior transportación a las plantas procesadoras, acorde con el nivel actual de mecanización de las empresas agroforestales del territorio objeto del estudio.

Palabras claves: biomasa de copa, estimación, extracto alcohólico bioactivo.

ABSTRACT

The investigation was executed from January to October of 2017 in plantations of *Pinus caribaea* var. *caribaea*, existent in the municipalities of Viñales, Guane, La Palma and Minas de Matahambre, in the county of Pinar del Río, Cuba. The objectives were: the definition of foliage crown and branches crown biomass's half potential, profitable for m³ of shaft's wood, extracted of the forest daily, for the obtaining of alcoholic extract with biological activity and as energy payee, respectively; and the design of one technology, for the use of this biomass. The results showed that for each m³ of gathered wood's shaft, a profitable crown biomass of 87.0 kg was reached; 54.7 kg of fascicular bundle's biomass and 42.5 kg of aciculus. The designed technology is adapted for the biomass use and later transportation to the industry, chord with the current level of Agroforestry Companies's mechanization in territory object of the study.

Key words: crown biomass, estimation, alcoholic extract with biological activity.

INTRODUCCIÓN

Según Bailey (1970), un conocimiento del potencial de residuos en las áreas completamente taladas es esencial para la supervisión y monitoreo adecuado de las áreas aprovechadas y para la planificación de su aprovechamiento integral con diferentes fines. En Cuba, en el tema de pronóstico de biomasa forestal para su aprovechamiento, sobresalen los estudios

realizados por el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales durante más de tres décadas de trabajo, en las especies *Pinus caribaea* y *Pinus tropicalis* (Vidal, 1995, 2017a y 2017b), *Eucalyptus saligna* Smith y *Eucalyptus pellita* F. Muell. (Rodríguez, 1999), *Casuarina equisetifolia* Forst (Benítez, 2006) y *Pinus maestrensis* Bisse (Toirac, 2014).

Todos estos resultados fueron integrados e implementados en la producción a partir del “Método multipropósito de estimación de biomasa de copa para diversos fines económicos y ambientales” (Vidal *et al.*, 2012 y Vidal *et al.*, 2017), el cual abarca las especies de mayor manejo económico incluidas dentro de los Planes de Desarrollo del Sector Forestal a nivel nacional, el cual permite el cálculo de la biomasa en pie, sus pérdidas dentro del proceso tecnológico de su aprovechamiento y finalmente estimar la biomasa aprovechable para su empleo en diversos fines.

En la práctica el método descrito anteriormente requiere ser compatibilizado con las cifras directivas de los Planes Operativos de aprovechamiento forestal de las empresas agro-forestales del país, y hacerlo hasta la unidad productiva más pequeña, la brigada de aprovechamiento. Esto da la posibilidad de compatibilizar el potencial de biomasa foliar aprovechable que genera la extracción diaria de madera con el posible nivel de asimilación diario requerido por la planta. Estos elementos, unidos al estudio de la demanda de este producto en el mercado, permitirá definir el tamaño óptimo de cualquier planta procesadora del follaje que se planifique adquirir para la obtención de extracto alcohólico biactivo y aceites esenciales.

Atendiendo a todo lo antes expuesto, el presente estudio tiene como objetivos principales definir la biomasa aprovechable de copa de *Pinus caribaea* obtenida por metro cúbico de madera de fuste extraída del bosque y acopiada en el acopiadero superior diariamente, y diseñar una tecnología adecuada para su aprovechamiento y posterior entrega a las plantas procesadoras proyectadas, acorde con el nivel actual de mecanización existente en las empresas agroforestales enmarcadas en los municipios estudiados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones experimentales

El área objeto de estudio se encuentra en suelos Ferralíticos Cuarcíticos Amarillo Rojizos Lixiviados, entre 150 y 160 msnm, dentro de un relieve accidentado, con un nivel de precipitaciones de 1765-1780 mm y una temperatura media anual

de 25 °C (Hernández, 1975). Las principales características técnicas y tecnológicas tenidas en cuenta en las áreas evaluadas se definieron en función de las indicaciones del “Manual de Procedimiento para el Aprovechamiento de Impacto Reducido de los Bosques de Cuba” (García *et al.*, 2012):

- Categoría de bosque: Productor.
- Formación boscosa: Pinar.
- Plantación y/o Bosque natural: Plantación
- Composición arbórea: 10 Pc.
- Tipo de relieve: Accidentado.
- Tipo de suelo en base a su capacidad de carga: Bueno.
- Clasificación del terreno por su rugosidad: Muy fino.
- Tipo de suelo en base a su resistencia: Resistentes.
- Distancia media de acopio de la madera: 210 m.
- Pendiente media del área: 20 %.
- Método de entrega de la madera a la industria: Fustes enteros.
- Método de entrega de la biomasa foliar de copa a la planta: Manojos fasciculares.

Objetivo 1. Cuantificación de la biomasa aprovechable de copa de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en función de la tecnología empleada

Materiales: Se emplearon cintas métricas de 25 m de largo, forcípulas, pie de rey, balanza de 50 kg de capacidad, mantas de sacos de yute, tablillas y modelos para la captación de los datos de campo y medios y sistemas automatizados de cómputo para el procesamiento de los datos.

Método: Se estudió el proceso de acopio de los árboles enteros por jornadas, que comprende desde el acopio de los árboles enteros en las áreas de tala, en forma de paquetes, hasta su posterior traslado hasta el acopiadero superior, empleando para ello un tractor acopiador de esteras. El número de jornadas necesarias a evaluar se calculó por la fórmula $N = (Cv \cdot t)^2 / E^2$, donde N = Número de jornadas necesarias a evaluar; Cv = Coeficiente de variación; t = Valor de Student para un nivel de significación del 90 % y E = Error máximo admisible propuesto del 10 %. El procesamiento de todos los datos de campo captados se realizó de forma automatizada, a partir del programa estadístico Statgraphics Plus, versión 5.1.

El estudio se centró en la definición de la biomasa de copa que llega al acopiadero superior por jornada y por metro cúbico de madera de fuste acopiada, con vista a definir indicadores que faciliten la estimación de esta biomasa a partir de los volúmenes de madera que las brigadas de aprovechamiento producen diariamente como promedio.

Para ello se empleó el método cuantitativo-cualitativo propuesto por Vidal (1995), definiendo en cada caso los siguientes elementos: tamaño de muestra requerido, nivel medio de la productividad en el acopio diario de la madera de fuste en el acopiadero superior, número de árboles por paquetes, número de paquetes, número de jornadas, número de paquetes por jornadas, diámetro medio de los árboles por paquete, longitud media de los árboles por paquete, volumen total de madera de fuste acopiada por jornada, volumen total de madera de fuste acopiada por paquete, peso y porcentaje total de ramas por jornada y por rangos diamétricos, peso total de acículas por jornada, peso total de manojos por jornada, ramas por metro cúbico de madera total de fuste acopiado, acículas por metro cúbico de madera total de fuste acopiado, manojos/m³ de madera total de fuste acopiado, contenido de la masa maderable y de la masa foliar de los manojos y su relación masa foliar-masa maderable, masa volumétrica de las ramas y la masa volumétrica de los manojos.

El cálculo del volumen de madera del fuste se determinó por las tablas de Gra *et al.* (1990), la biomasa de copa en pie por las tablas de Vidal *et al.* (2012) y Vidal *et al.* (2017a) y las pérdidas tecnológicas de la biomasa foliar y maderable de copa por las tablas de Vidal *et al.* (2017).

Objetivo 2. Propuesta de tecnología para el aprovechamiento madera-biomasa de copa

Materiales: Los elementos básicos empleados para el diseño de la tecnología de aprovechamiento de esta materia prima fueron el Plan Operativo 2017 de las Empresas Agro-Forestales La Palma, Minas de Matahambre y Guanés y sus correspondientes cartas tecnológicas, y el listado del parque de maquinarias e implementos existentes en dichas empresas

Método: Los materiales citados anteriormente fueron estudiados para conocer las características edafoclimáticas en que se ejecuta el

aprovechamiento, su nivel de mecanización y el nivel medio diario de entrega a la industria de madera de fuste.

La tecnología propuesta requiere la modificación de las carretas agrícolas tradicionales que se comercializan en el país para adaptarlas a la transportación del follaje, en forma de manojos fasciculares, hasta la planta programada emplearse. En tal sentido se diseñó en la Unidad Científico-Técnica de Base Estación Agroforestal de Camagüey una carreta-remolque con las características similares a la construida por Imeca, pero acondicionando su estructura a las condiciones reales de trabajo en la actividad agroforestal. La propuesta concreta se basa en los siguientes aspectos:

Primero: Fabricar una carreta remolque que posea las mismas dimensiones de alto, ancho y largo que la fabricada por Imeca, pero con una tapa trasera basculable para que el material foliar que se cargue en ellas no se derrame.

Segundo: Colocarle un balcón para facilitar el cargue manual de los contenedores llenos de manojos fasciculares, pero con la posibilidad de cerrarlo una vez culminada esta operación, dejando un despeje de 40 cm como mínimo entre su base y el NTN.

Tercero: Sujecionar el sistema de volteo en la parte frontal delantera de la carreta, lo que permite que las distancias de recorrido de los líquidos, mangueras, tuberías, válvulas y otros elementos se hallen más cerca del control y de la bomba, logrando con ello una mayor eficiencia técnico explotativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Objetivo 1. Cuantificación de la biomasa aprovechable de copa de *Pinus caribaea*, en función de la tecnología empleada

La tecnología de aprovechamiento empleada en las empresas objeto de estudio se caracteriza por la entrega a la industria de fustes enteros, alcanzándose una productividad promedio de 17,2 m³/jornada, equivalente a 1491,0 kg de ramas, 934,7 kg de manojos y a 722,9 kg de acículas, lo que representa 87,0 kg de ramas por metro cúbico de madera de fuste, 54,7 kg de manojos y 42,5 kg de acículas, respectivamente. El contenido medio de masa maderable de los ma-

nojos es del 22,1 %, y el contenido medio de masa foliar del 77,9 %, siendo la relación media masa foliar masa maderable de 3,5. El error medio de muestreo obtenido para cada uno de los parámetros evaluados descritos anteriormente fue menor del proyectado (10 %), y osciló entre el 0,8 y 8,47 %, y en el caso específico de la biomasa foliar/m³ de madera de fuste acopiado en el acopiadero superior fue del 3,2 %, elementos que reflejan la precisión del análisis efectuado (véase *Anexo 1*). Similares resultados obtuvo Vidal (1995) en las localidades de Minas de Matahambre, Viñales y de Guane, provincia de Pinar del Río.

Los residuos maderables de copa de *P. caribaea* tienen una buena aptitud para formar aglomerados con cemento para su empleo en la construcción de viviendas (Velázquez *et al.*, 2018) y también para la elaboración de carbón vegetal (Guyat *et al.*, 2018).

Objetivo 2. Propuesta de tecnología para el aprovechamiento madera-biomasa de copa (véase Fig. 1)

- Tala de los árboles con motosierra Sthill. (1 operador de motosierra con su ayudante).
- Acopio de los árboles enteros en paquetes hasta el acopiadero superior, con tractor acopiador de esteras TDT-55 A o TT4M u otros similares (1 operador y 2 ayudantes).
- Desrame de los árboles enteros en el acopiadero superior, con motosierra Sthill. (1 operador)

- Preparación de los manojos fasciculares con machete, su envasado en contenedores de 30 kg de capacidad y cargue a la carreta del tractor de forma manual (se adicionan 2 obreros a la brigada extractiva).
- Cargue de los paquetes de fustes enteros a los camiones, en el acopiadero superior, con tractor cargador frontal PL 2 u otros similares (1 operador).
- Transportación de los fustes enteros hacia la industria con camiones MAZ 509 con remolques TMZ 9381 u otros similares (1 operador).
- Transportación de los manojos fasciculares y ramas hasta la planta procesadora en carretas-remolques, tirada de tractor sobre neumáticos (se adiciona 1 operador de tractor).

La brigada propuesta puede encargarse del aprovechamiento de la madera y de la biomasa de copa y para ello solo tendría que incluir tres obreros más dentro de la estructura tradicional de las brigadas extractivas de madera empleadas en la provincia, o constituir una brigada independiente que solo se dedique al aprovechamiento y entrega a la planta de los manojos y de las ramas, una vez concluido el proceso de extracción de la madera de fuste. En ambos casos se requiere incluir dentro de la brigada extractiva un tractor sobre neumáticos con dos carretas-remolques: una para los manojos y la otra para las ramas (véase Fig. 1).

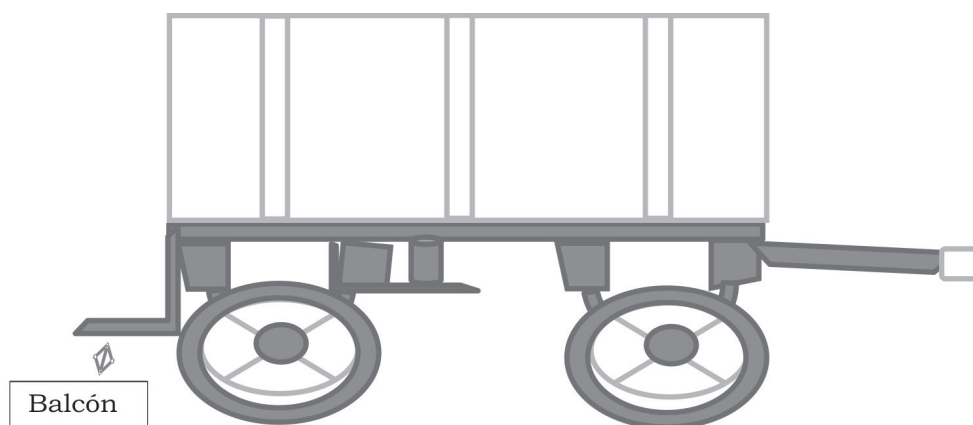


Figura 1. Carreta para follaje (tracción mecanizada y sistema de levante hidráulico).

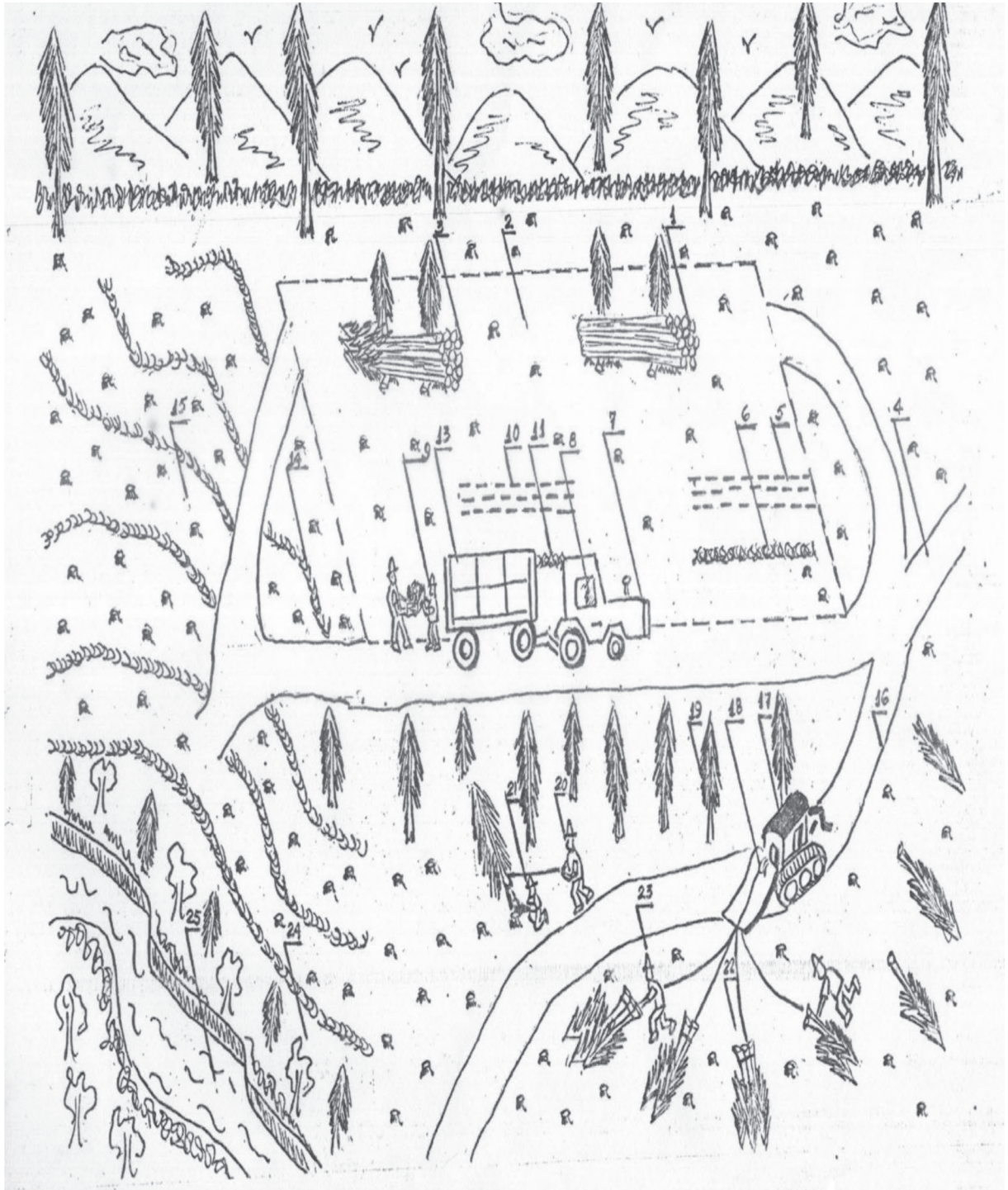


Figura 2. Esquema ilustrado del aprovechamiento integral madera de fuste-biomasa de copa.

Leyenda 1: paquete de fustes acopiados; 2: área de acopio; 3: paquete de árboles enteros acopiados; 4: camino principal; 5: ramas acopiadas; 6: manojos fasciculares acopiados; 7: tractor MTZ-80; 8: operador de tractor; 9: obreros cargando los contenedores de manojos a la carreta; 10: ramas acopiadas; 11: manojos fasciculares acopiados; 12: contenedores de manojos; 13: carreta agrícola; 14: barrera de residuos de biomasa a curvas de nivel; 15: faja aprovechada; 16: vía de acopio; 17: tractor de acopio TDT-55A; 18: plataforma del tractor TDT-55A; 19: árbol en pie; 20: ayudante de operador de la motosierra; 21: operador talando; 22: amarre de paquetes de árboles enteros; 23: amarrador; 24: faja protectora; 25: arroyo.

CONCLUSIONES

- La biomasa media maderable de copa, de manojos y foliar aprovechable de *Pinus caribaea*, obtenidas por metro cúbico de madera de fuste acopiada en el acopiadero superior diariamente por parte de las brigadas de aprovechamiento forestal, resultó de 87,0 kg, 54,7 kg y 42,5 kg, respectivamente.
- Las cifras descritas anteriormente pueden ser empleadas como indicadores técnicos confiables para la estimación de estas biomasa a partir del conocimiento de los metros cúbicos de madera de fuste que las brigadas de aprovechamiento alcanzan diariamente como promedio.
- La tecnología propuesta, en sus dos variantes, es adecuada para el aprovechamiento de la biomasa foliar de copa para la obtención de aceites esenciales y extracto alcohólico biactivo, en función con el nivel actual de mecanización existente.
- Las adaptaciones propuestas para la carretarremolque producida por Imeca, en la transportación de los manojos fasciculares y de la biomasa maderable de copa, hasta las plantas de procesamiento son de fácil ejecución en cualquier taller de la provincia.
- La biomasa maderable de copa, material residual obtenido en el aprovechamiento del follaje, puede emplearse como parte del potencial de portadores energéticos requerido por la planta propuesta para la obtención de extracto alcohólico biactivo y aceites esenciales.

BIBLIOGRAFÍA

- Bailey, G.H. 1970. A Simplified Method of Sampling Logging Residue. The Choonible (CA) 46(4):1-7.
- Benítez, J.Y. 2006. Estimación de la biomasa total en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst de la provincia de

Camagüey. 222 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales)-- Universidad de Pinar del Río, Cuba.

García, J.M., Vidal Corona, A., Herrero, J.A., Batista, E. 2012. Manual de procedimiento para el aprovechamiento de impacto reducido de los bosques de Cuba. La Habana. Dirección Forestal Minag. 111 p.

Gra, H., Vidal, A., Montalvo, J.M., Nacimiento, J. 1990. Tablas dasométricas de *Pinus caribaea*. Informe técnico. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 28 p.

Guyat, M.A., Vidal, A.M., Rodríguez, J. 2018. Biomasa de copa de *Pinus caribaea* var. *caribaea* para la Producción de carbón vegetal. Informe técnico. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 42 p.

Hernández, A. 1975. II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Agricultura (CU) 3(1):47-69.

Rodríguez, J. 1999. La estimación de la biomasa verde de copa de *Eucaliptus saligna* Smith y *Eucaliptus Pellita* F. Muell. 80 h. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencias Forestales)-- (Inédita). Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Velázquez, D., Vidal, A.M., Rodríguez, J. 2018. Biomasa de copa de *Pinus caribaea* var. *caribaea* para la Producción de aglomerados con cemento. Informe técnico. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 42 p.

Vidal, A., et al. 2011. Compendio de tablas para la determinación de la biomasa de copa de especies forestales. En: 5to Congreso Forestal de Cuba Abril/2011 [En línea] [Consulta 1 de octubre 2012]. PDF. Disponible en: http://bva.fao.cu/pub_doc/FORESTALES/Revista Especial 2011

Vidal, A. M. 1995. Estudio de las posibilidades de aprovechamiento de la biomasa de copa de coníferas de la provincia de Pinar del Río. 100 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales)-- Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Vidal, A. M., Toirac, W., Rodríguez, J. 2017. Método multipropósito de estimación de biomasa de copa de especies forestales para diversos fines. Memorias 7 Congreso Forestal de Cuba. ISBN 978-959-7215-29-5.

Vidal, A.M., Toirac, W., Rodríguez, J. 2017^a. Estimación de la biomasa de copa para árboles en pie de *Pinus tropicalis* Morelet. (Inédito).

Vidal, A. M; Toirac, W; Rodríguez, J. (2017b) Estimación de la biomasa de copa para árboles en pie de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. (Inédito).

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Alberto M. Vidal Corona

Doctor en Ciencias Forestales, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de la Industria de la Madera y Silvicultura. Ha impartido cursos de posgrado y diplomado, y participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis cuantitativo de la biomasa aprovechable de copa en función de la tecnología empleada, por municipios. Especie: *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Indicadores evaluados	Unidad de medida	Entrega a la industria de fustes enteros				
		Viñales	Guane	La Palma	Minas	Media P.
Número de árboles	Uno	1003,0	997,0	1151,0	1002,0	1038,3
Número de paquetes	Uno	160,0	172,0	164,0	160,0	164,0
Número de jornadas	Uno	19,0	20,0	21,0	19,0	19,8
Número de paquetes por jornadas	Uno	8,42	8,6	7,8	8,4	
Número de árboles por paquete	Uno	6,26	5,8	7,0	6,3	6,3
Diámetro medio por paquete	cm	24,8	25,1	22,9	23,9	24,2
Longitud media por paquete	m	16,5	16,8	15,8	16,8	16,5
Volumen total de madera de fuste por jornada	m ³	18,5	18,6	15,3	16,4	17,2
Volumen total de madera de fuste por paquete	m ³	2,19	2,2	2,0	1,9	2,1
Peso y por ciento total de ramas por jornada y por rangos dimétricos:	kg y %					
• Peso total de ramas	kg	1678,0	1516,8	1551,8	1217,2	1491,0
• Por ciento total de ramas	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100
• Ramas con diámetro < de 0,7 cm	kg	17,1	26,8	25,0	18,7	21,9
• Ramas con diámetro < de 0,7 cm	%	1,06	1,8	1,6	1,54	1,5
• Ramas con 0,71 ≤ diámetro ≤ 2,5 cm	kg	623,1	531,6	544,9	456,6	539,1
• Ramas con 0,71 ≤ diámetro ≤ 2,5 cm	%	37,2	35,0	35,1	37,52	36,2
• Ramas con 2,51 ≤ diámetro ≤ 4,0 cm	kg	453,2	388,7	466,7	312,8	405,4
• Ramas con 2,51 ≤ diámetro ≤ 4,0 cm	%	27,00	25,6	30,1	25,69	27,1
• Ramas con diámetro > 4,0 cm	kg	584,6	569,7	515,2	429,1	524,7
• Ramas con diámetro > 4,0 cm	%	34,74	37,6	33,2	35,25	35,2
Peso total acículas por jornada	kg	845, 90	752,8	867,10	425,70	722,9
Biomasa de copa/jornada:						
• Ramas/m ³ de madera total de fuste acopiada	kg	90,7	81,54	101,4	74,2	87,0
• Acículas/m ³ de madera total de fuste acopiada	kg	45,7	40,5	56,7	27,2	42,5
• Manojos/m ³ de madera total de fuste acopiada	kg	57,9	51,2	74,5	35,1	54, 7
Peso total de manojos por jornada	kg	1070,3	952,3	1140,0	576,2	934,7
Descomposición de los manojos:						
• Contenido de masa maderable	%	21,1	20,9	23,9	22,5	22,1
• Contenido de masa foliar	%	78,9	79,1	76,1	77,5	77,9
• Relación masa foliar masa maderable	uno	3,7	3,8	3,2	3,4	3,5
Masa volumétrica de los manojos:	kg/m ³	154,7	154,7	154,7	154,7	154,7
Masa volumétrica de las ramas:	kg/m ³	272,1	272,1	272,1	272,1	272,1

Anexo 2. Error de muestreo obtenido para cada parámetro evaluado, en función de la tecnología empleada. Especie: *Pinus caribaea* var. *caribaea*

No.	Parámetros evaluados	Error de muestreo				
		Viñales Guane La Palma Minas Prov. P. R				
1	Diámetro en la base (cm)	1,14	1,31	2,34	1,23	0,81
2	Diámetro a la altura del pecho (cm)	1,07	1,17	2,33	1,24	0,8
3	Largo del fuste (m)	1,29	1,37	4,47	2,30	1,32
4	Volumen de madera por árbol (m ³)	2,21	2,05	3,55	2,73	1,38
5	Distancia de acopio recorrida en cada viaje (m)	8,12	8,32	8,47	8,12	4,13
6	Pendiente media por cada viaje (%)	7,64	7,37	7,70	7,64	3,79
7	Peso calculado de ramas en pie (kg)	1,71	2,04	3,71	2,65	1,63
8	Pérdidas de ramas (kg/m ³)	4,25	4,30	5,26	5,42	2,58
9	Peso real de ramas (kg)	2,11	2,35	3,97	2,50	1,73
10	Relación ramas volumen de madera de fuste (kg/m ³)	1,55	1,56	2,16	1,51	1,21
11	Distribución de la madera de las ramas por surtidos (cm):	3,92	3,71	5,50	2,47	2,61
	0,71 ≤ diámetro ≤ 2,5 cm	2,27	5,73	3,82	1,31	2,12
	0,71 ≤ diámetro ≤ 2,5 cm	4,34	2,32	4,34	2,55	2,12
	2,51 ≤ diámetro ≤ 4,0 cm	2,06	2,33	3,93	2,74	1,67
12	Peso calculado de acículas en pie (Kg)	1,61	4,89	2,15	2,92	2,70
13	Pérdidas de acículas (kg/m ³)	4,27	5,18	5,22	5,61	3,27
14	Peso real de acículas (kg)	4,39	7,18	5,49	4,30	3,45
15	Peso real de manojos (kg)	4,40	7,18	5,49	4,31	3,45
16	Relación acículas volumen de madera de fuste (kg/m ³)	4,25	7,07	4,34	4,02	3,20
17	Relación manojos volumen de madera de fuste (kg/m ³)	4,25	7,07	4,34	4,02	3,20

VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LA ESPECIE *AVICENNIA GERMINANS* (MANGLE PRIETO)

VALUATION OF ECO-SYSTEMIC SERVICES OF THE SPECIE *AVICENNIA GERMINANS* (MANGLE PRIETO)

DR. ADOLFO NÚÑEZ-BARRIZONTE E ING. DIGNA VELÁZQUEZ-VIERA

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Investigación e Innovación Tecnológica.
Calle 174 no. 1723, e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, adolfo@forestales.co.cu

RESUMEN

En todos los ecosistemas vegetales ocurren procesos naturales químicos, físicos, biológicos y ecológicos como resultado de la interacción de sus componentes bióticos y abióticos. De esos procesos se deriva la estabilidad de los ecosistemas y el mantenimiento de la vida en el planeta. La comprensión de esta relación es esencial para la gestión por el hombre de los recursos naturales en función de sus necesidades. Avicennia germinans es una especie vegetal que desempeña un papel clave en el ecosistema del manglar del cual forma parte. La valoración de los servicios ecosistémicos que provee la especie y la importancia de su función ecológica en los ecosistemas donde se encuentra, con el fin de determinar los posibles usos antrópicos derivados de sus potencialidades naturales, es el objetivo del presente trabajo.

Palabras claves: valoración, servicios ecosistémicos, *Avicennia germinans*.

ABSTRACT

In all plant ecosystems, natural chemical, physical, biological and ecological processes occur as a result of the interaction of its biotic and abiotic components. From these processes derives the stability of ecosystems and the maintenance of life on the planet. Understanding this relationship is essential for man-made management of natural resources based on their needs. Avicennia germinans is a plant species that plays a key role in the mangrove ecosystem of which it is part. The objective of this work is to assess the ecosystem services provided by the species and the importance of its ecological function in the ecosystems where it is found, in order to determine the possible anthropic uses derived from its natural potentialities.

Key words: valuation, eco-systemic services, *Avicennia germinans*.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los seres humanos han transformado los ecosistemas naturales de la forma más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo comparable de la historia humana, en gran parte para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimentos, agua dulce, combustible y recursos de todo tipo para satisfacer sus crecientes necesidades materiales. Los cambios realizados

en los ecosistemas han contribuido a obtener considerables beneficios para el bienestar y desarrollo económico humano; sin embargo, los servicios ecosistémicos, definidos por Walter *et al.* (2005) como las condiciones y procesos ecológicos que tienen lugar en los ecosistemas y que conforman, sostienen y nutren a la vida humana, se están degradando o se usan de manera inadecuada y no sostenible, generando entre

otras consecuencias una pérdida considerable, muchas veces irreversible, de la biodiversidad sobre la Tierra.

Los manglares, comunidad vegetal costera que sirve de frontera entre el medio terrestre y el acuático, es uno de los ecosistemas que por su alta productividad orgánica ha sustentado disímiles actividades económicas desarrolladas en las zonas marinas y costeras. Pero la subvaloración de sus características funcionales, expresada en las relaciones de las distintas especies de árboles que la componen con el medioambiente en el cual se desarrollan, a menudo no se tienen en cuenta en la toma de decisiones, contribuyendo en muchos casos a la degradación, e incluso a su destrucción.

Para revertir esta situación, además de la educación ambiental de la población, son necesarios cambios significativos en las políticas, instituciones y prácticas. El estudio de las cualidades ecológicas de cada una de las especies en función de las actividades productivas humanas posibles de realizar, implica y produce conocimiento que también fortalece, indiscuti-

blemente, la sinergia positiva de la relación del hombre con el medioambiente.

Es objetivo del presente trabajo valorar servicios ecosistémicos que provee la especie *Avicennia germinans* a fin de mostrar la importancia de su función ecológica en los ecosistemas donde se integra y determina los posibles usos antrópicos derivados de sus potencialidades naturales.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio

El estudio se realizó en áreas del ecosistema de manglar en la zona conocida como Playa Guanímar, ubicada en la costa sur de la provincia de Artemisa. Esta localidad se caracteriza por un litoral bajo y cenagoso con abundante población de *Avicennia germinans* y penetraciones del mar durante la marea alta. La selección obedeció fundamentalmente a la existencia de vías de acceso favorables y lugar de estancia muy próximo a las áreas de trabajo. La investigación formó parte de los estudios de la especie en la localidad.

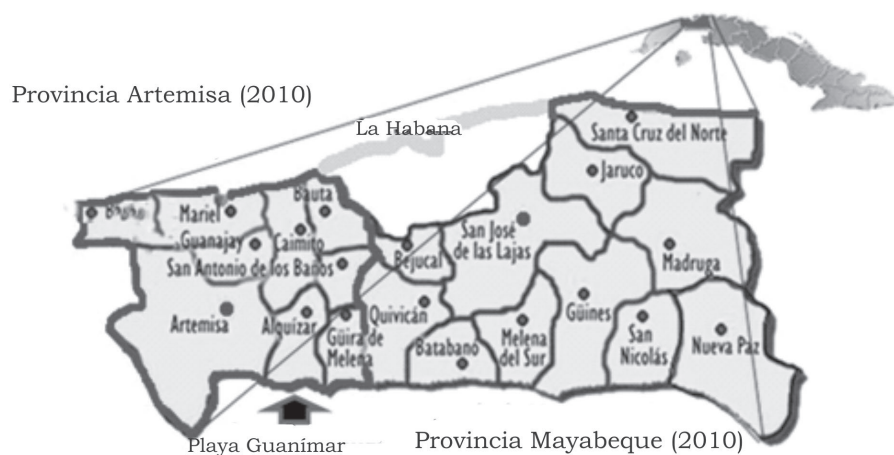


Figura 1. Playa Guanímar, localidad de estudio.

Metodología de trabajo

Se resume brevemente la caracterización de la especie *Avicennia germinans* a partir de la descripción botánica de varias fuentes bibliográficas. Fueron consultados el *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*, t. II (Roig, 1988),

Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba, t. II (Roig, 1974, reedición) y *Árboles de Cuba* (Bisse, 1988).

Se entrevistaron 27 personas residentes en la localidad, todas del sexo masculino, sin discriminación de otros caracteres como edad, color

de la piel, nivel educacional o vínculo laboral. Las entrevistas, de tipo abiertas, aplicadas con los criterios de Giraldo (2008) estuvieron dirigidas a conocer el uso que hacen los pobladores de la especie *Avicennia germinans*.

De la revisión de otras fuentes bibliográficas, y teniendo en cuenta la clasificación establecida por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Walter *et al.*, 2005), se identificaron servicios ecosistémicos que provee la especie, a fin de valorar la importancia de su función ecológica en el ecosistema donde se encuentra y determinar los posibles usos antrópicos derivados de sus potencialidades naturales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Breve caracterización de la especie *Avicennia germinans*

El mangle prieto, cuyo nombre científico es *Avicennia germinans* L., es un árbol de la familia Acanthaceae que crece en el litoral bajo y cenagoso, asociado a *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*, pudiendo alcanzar hasta 15 m de altura. Es tan abundante o más que el mangle rojo y forma bosques densos en las desembocaduras de los ríos y lagunas costeras.

Tiene hojas opuestas, enteras, coriáceas, obtusas en el ápice, estrechadas en la base y cortamente pecioladas; inflorescencia en panículas pedunculadas con flores blancas y pequeñas, olorosas; semillas sin endospermo, que se encastran en el fruto capsular, y solo se liberan ya germinadas, al caer al agua. La madera de la especie es de color pardo oscuro, dura y durable, empleándose en horconaduras y muelles por su resistencia a la acción de las aguas.

A diferencia de otras especies de mangle, *Avicennia germinans* no crece sobre raíces afianzadas, sino que posee neumatóforos, los cuales permiten que las raíces sumergidas respiren.

Entrevistas

El 100 % de las personas entrevistadas fueron hombres por ser este el género vinculado a las actividades antrópicas en el manglar. También el 100 % respondió utilizar los troncos y ramas de la especie para postes de cerca y como combustible, directamente como leña o en la elaboración de carbón vegetal. Los poseedores de pequeñas embarcaciones declararon utilizar

los troncos más gruesos, descortezados, como pilotes enterrados para sostener pasarelas sobre el lodo o para el amarre de los botes. El 57 % señaló utilizar la madera, por su dureza, en mangos de herramientas y partes de implementos agrícolas relacionados con los bueyes.

A la pregunta sobre los usos del exudado del tronco, ninguno respondió conocer la resina de *Avicennia*, mucho menos la sustancia conocida como bálsamo de cativo mangle, una oleorresina de uso medicinal que se afirma procede de la especie.

Servicios ecosistémicos identificados de la especie *Avicennia germinans*

Fueron identificados 11 servicios ecosistémicos de la especie.

En servicios de aprovisionamiento, productos que se obtienen de la especie: 2.

- Madera de troncos y ramas.
- Recursos genéticos (conservación de la especie como parte de la biodiversidad).

En servicios de regulación, capacidad natural de los ecosistemas para mantener procesos ecológicos esenciales en el mantenimiento de la vida: 3.

- Regulación climática (captura y almacenamiento de carbono, refrescamiento de la temperatura).
- Polinización.
- Mitigación de riesgos ambientales (control de la erosión, protección contra inundaciones, protección y abrigo de fauna).

En servicios culturales, beneficios intangibles, no materiales, que brinda la especie en su hábitat natural: 3.

- Desarrollo cognitivo (estudios científicos, educación ambiental).
- Recreación (ecoturismo, paisajismo).
- Espirituales y religiosos (fuente de inspiración, rituales).

En servicios de soporte, aquellos que ocurren en largos períodos de tiempo, relacionados con procesos ecosistémicos y estructura necesarios de los cuales forma parte y participa la especie para la generación de los servicios anteriores de aprovisionamiento, regulación y culturales: 3.

- Producción primaria (materia orgánica producida a través del proceso fotosintético).

- Formación de suelo.
- Producción de oxígeno.

Posibles usos antrópicos derivados de servicios ecosistémicos de la especie *Avicennia germinans*

De los servicios ecosistémicos identificados de la especie, se definen cuatro usos antrópicos posibles: establecimiento de plantaciones, producción de miel, usos madereros y sumidero de carbono.

Establecimiento de plantaciones

Avicennia germinans es la especie del manglar cuya sucesión vegetal tiene lugar desde la orilla de las ciénagas, esteros y lagunas salobres hacia el interior, hacia tierra adentro, en suelos donde la inundación es somera pero continuamente inundados.

La formación de rodales puros, que en los bosques naturales ocurre en la parte más alta del ecosistema; el rápido crecimiento, de hasta 60 cm por año, según Louppe; Oteng y Brink (2008); la altura posible que como árbol alcanza, generalmente más de cinco y muchas veces entre 10 y 15 m cuando las condiciones son favorables; y el follaje perenne que se constituye en una copa regular, son características habituales de la especie tenidas en cuenta para el establecimiento de plantaciones en sitios similares al hábitat natural donde crece, como parte de los planes de reforestación de las zonas costeras, con diversos objetivos. El fruto germinado sobre la propia planta es el propágulo ideal y más eficiente, con logros del 90 % en el establecimiento directo de plantaciones que no dependerán de las lluvias para sobrevivir, pues la especie puede obtener agua dulce del mar o del manto freático salino y expulsar la sal mediante las glándulas excretoras presentes en las hojas.

Los rodales y plantaciones de *Avicennia germinans* son barreras protectoras contra las inundaciones, fuertes vientos y estragos ocasionados por fenómenos naturales costeros adversos, y son también estabilizadoras del suelo efectivo para la restauración de los humedales costeros, así como hábitat para fauna silvestre, principalmente la relacionada con ecosistemas costeros y marinos (NRCS, 2015). Es posible establecer la especie en fajas regulares que pueden actuar no solo como protectoras, sino también en de-

terminados lugares como cortinas cortafuegos. Esta última posibilidad está relacionada con la elevada humedad de los sitios donde se establece, la excreción de sal por las hojas y la distribución irregular de las fibras en su estructura anatómica (Carreras y Dechamps, 1995) que la dota de baja conductividad térmica y dificulta el paso del calor y de la candela generada por el fuego.

Producción de miel (actividad apícola)

Las flores blancas y pequeñas, con cierta fragancia, agrupadas en panículas espigadas son atractivas para las abejas. Los pétalos separados y dispuestos en forma plana permiten el descenso del insecto sobre la flor. El néctar secretado resulta asequible fácilmente a las abejas por la forma de tubo y corta longitud del nectario floral ubicado en la base del estilo. La corola abierta de la flor favorece la reducción de la humedad del líquido azucarado, sobre todo en las horas del mediodía, cuando los azúcares alcanzan una concentración que oscila entre el 49 y 50 % que se mantiene estable durante los días de vida activa de la flor (Núñez y Pérez, 2017).

El hecho de que la floración de *Avicennia germinans* ocurra en los meses en que generalmente están ausentes floraciones principales de otras plantas apícolas, manifestándose más tempranamente en la costa sur y más tardía en la costa norte, favorece la segunda cosecha en importancia del año apícola en el país, durante abril, mayo y junio, en las zonas costeras y ciénagas del interior hacia donde se trasladan miles de colmenas.

Con respecto a la apicultura, la especie clasifica además; en la categoría apícola se encuentra, según Bande (1980) entre las principales especies madero-melíferas de cosechas principales, y entre las principales plantas de cosecha de importancia nacional, categorizando además, desde el punto de vista apícola como “planta cosecha”, pues abunda en determinada región; florece profusamente por un lapso determinado (abril-mayo, en la costa sur; mayo-junio, en la costa norte); y las flores secretan el néctar copiosamente, con una concentración elevada en azúcares (50 %) y fácilmente accesible a las abejas (flores pequeñas). La miel que se obtiene es clara, de excelente calidad.

Usos madereros

En cuanto a los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, la especie provee productos forestales maderables de uso principalmente local. Los troncos y ramas gruesas son utilizados para postes de cerca, pilotes marinos y en la elaboración de carbón vegetal; ocasionalmente para mangos de herramientas e implementos agrícolas.

Sumidero de carbono

Los árboles, mediante el proceso de la fotosíntesis, absorben dióxido de carbono de la atmósfera que almacenan en sus troncos, ramas y raíces. Debido a que los árboles almacenan más carbono del que liberan, se les considera sumideros de carbono. La cantidad de carbono que cada árbol puede almacenar depende de la especie, la edad y los índices dasométricos. Las maderas duras y densas almacenan más carbono que las blandas y ligeras.

Avicennia germinans, con una densidad de 1,090 g/cm³ (Carreras y Dechamps, 1995), se encuentra entre las especies de maderas duras y densas. Según la fórmula de Rainforest Alliance (¿?) que estima el carbono almacenado en un árbol en base a la altura en metros y la circunferencia del tronco a la altura del pecho, con el supuesto de que la masa del carbono en la madera es 0,5 de la masa de la madera, un árbol de mangle prieto de 6 m de altura y 0,50 m de circunferencia almacena 22 kg de carbono.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Adolfo Núñez Barrizonte

Ingeniero Forestal, Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible, Doctor en Ciencias Forestales, atiende la temática de los Productos Forestales No Maderables, área en la cual dirige actualmente un proyecto sobre potencialidades de estos productos en el ecosistema de pinares y bosques semidecíduos sobre suelo calizo y mal drenaje. Se desempeña como investigador-jefe del Departamento de Tecnología y Productos Forestales del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales.

CONCLUSIONES

- *Avicennia germinans* provee servicios ecosistémicos importantes para la ecología de los sistemas donde se integran y las actividades productivas antrópicas derivadas de su beneficio.
- La valoración de los servicios ecosistémicos de la especie, posibles manejos y actividades antrópicas de aprovechamiento de acuerdo a intereses locales.

BIBLIOGRAFÍA

- Bande González, J.M. 1980. Principales especies maderomelíferas de Cuba. 14 p.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. 384 p.
- Louppe, D., Oteng-Amoake, A.A., Brink, M. 2008. Plant resources of Tropical Africa 7(1), Timbers 1. Economy Botany (NL) 64 (2): 182-183. PROTA Foundation, Backhuys Publishers y CTA, Wageningen.
- NRCS (Natural Resources Conservation Service). 2005. Plant Guide. *Avicennia germinans*, black mangrove. United States Department of Agriculture, Los Ángeles. [En línea]. Disponible en: http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_PLANTMATERIALS/publications/lapmcp5917.pdf [Consulta: 2 de agosto de 2018].
- Núñez Barrizonte, A., Pérez Piñeiro, A. 1987. Los manglares y la producción de miel. 23 h. Tesis (en opción al título de Ingeniero Forestal). Universidad de Pinar del Río. (Inédito).
- Roig y Mesa, J.T. 1974. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. La Habana. Instituto del Libro. p. 630-631.
- Roig y Mesa, J.T. 1988. Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 1140 p.
- Walter V., R., et al. 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Informe de Síntesis. [En línea]. Disponible en: <http://millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf> [Consulta: 5 de septiembre de 2018].

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Asesorías

- Organización y manejo de fincas forestales integrales.
- Agroforestería.
- Aprovechamiento de productos forestales madereros y no madereros.
- Propagación y manejo de bambú y ratán.
- Tratamientos silvícolas y manejo de bosques.
- Semillas forestales.
- Conservación física de la madera e industria del aserrado y carpintería.
- Propuesta de equipamiento y organización del flujo tecnológico.
- Conservación de especies en peligro de extinción.
- Determinación de manejo de frutos y semillas de especies forestales con especial énfasis en las especies amenazadas.
- Clasificación de fuentes semilleras sobre la base de su genética y la calidad de sus productos.

INVENTARIO FLORÍSTICO EN ÁREAS DE PINARES DE MAYARÍ, AFECTADAS POR LA MINERÍA A CIELO ABIERTO

FLORISTIC INVENTORY IN MAYARÍ PINETUMS AREAS, AFFECTED BY OPEN SKY EXCAVATION

M.Sc. MAGALYS ARCIA-CHÁVEZ¹, DR. JOSÉ L. RODRÍGUEZ-SOSA², ING. WILDEN LAHERA-FERNÁNDEZ¹, M.Sc. ALAIN PUIG-PÉREZ¹, ING. JOSÉ L. RODRÍGUEZ-FONSECA¹, M.Sc. YENIA MOLINA-PELEGRÍN¹, ING. LUIS E. GONZÁLEZ-BARZAGA¹, ING. SUSANA CARRAZANA-QUINTANA¹ Y M.Sc. ANTONIO MAGAÑA-REYES³

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agroforestal Guisa. Carretera a Victorino, Km 1 1/2, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, teléf. (23) 391387 y (23) 392511, marciach@guisa.inaf.co.cu

² Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo, Km 17 1/2, Peralejo, Bayamo, Granma, Cuba

³ Empresa Agroforestal Mayarí. Ave. Antonio Maceo 119, Mayarí, Holguín, Cuba

RESUMEN

La investigación se ejecutó en el periodo 2016-2017 en tres localidades de Pinares de Mayarí, Holguín, Cuba, donde se realizó la explotación de níquel a cielo abierto. Se seleccionaron áreas a los 14; 18 y 20 años de haberse plantado *Casuarina equisetifolia* L., con el objetivo de inventariar la vegetación regenerante. Se listaron 58 especies presentes en las tres parcelas seleccionadas, pertenecientes a 32 familias botánicas, de las cuales se destacan en número de especies *Melastomataceae*, *Asteraceae*, *Poaceae*, se observa enriquecimiento florístico en correspondencia con el tiempo, teniendo en cuenta que a los 20 años la deposición de pequeñas ramas verdes que semejan hojas aciculares es mayor, lo que permite que el reclutamiento de especies aumente. Además, se observa predominio de especies arbóreas, arbustos y lianas como índice de sucesión natural en las parcelas de estudio.

Palabras claves: sucesión, regeneración, reclutamiento.

INTRODUCCIÓN

La explotación de yacimientos de minerales a cielo abierto constituye una de las actividades humanas que más afecta los ecosistemas naturales donde se ubican, ya que para la extracción del mineral hay que talar los bosques, posteriormente se separa la capa vegetal de suelo que se acumula en escombreras enormes que cambian el relieve y son muy susceptibles a la erosión, y

ABSTRACT

The investigation was carried out in the period 2016-2017 in three locations of Pinares de Mayarí, Holguín, Cuba where open sky nickel had been mined. Areas were selected at 14; 18 and 20 years after have been planted with *Casuarina equisetifolia* L., in order to inventory the regenerating vegetation. Were listed 58 species present in the three selected parcels, belonging to 32 botanical families, of which stand out in number of species: *Melastomataceae*, *Asteraceae*, *Poaceae*, a Floristic enrichment it is noted correspondence with time, taking into account that at 20 years the deposition of small green branches that resemble acicular leaves is greater, which allow an increase in the species recruiting. In addition, there is a predominance of arboreal species, shrubs and climbing plant, as a signal of natural succession in the areas under the study.

Key words: succession, regeneration, recruitment.

consecuentemente conducen a la afectación de los ríos y bahías por el arrastre de grandes masas de suelos. Después de la intervención minera, fragmentos de roca de diversas dimensiones afloran a la superficie, se crean depresiones en el relieve y restos de subsuelo permanecen en áreas muy pequeñas, desaparecen los cauces de agua y todo vestigio de vida, desde la fauna

silvestre hasta la microflora y fauna edáfica (Bruzón, 2013).

Margalef (1995) indica que la sucesión es un fenómeno progresivo de un espacio, de acción y reacción incesante, pero aún es mucho más. Es un fenómeno histórico, con todas las implicaciones de este calificativo y además de trama complejísimo. La sustitución de unas especies por otras en grupos de especies que desempeñan la misma función en el ecosistema es uno de los acontecimientos esenciales de toda sucesión, y a la vez es un proceso típico de competencia. Especies oportunistas o pioneras propias de las primeras etapas de toda sucesión son sustituidas por otras especies, generalmente más especializadas.

La sucesión vegetal es definida como el cambio directo con el tiempo de la composición de especies, biomasa y fisionomía vegetal de un sitio donde el clima permanece constante, permite que un bosque original se recupere en forma natural, luego de haber sido destruido por actividades humanas o por fenómenos o disturbios naturales (Finegan, 1984, citado por Quinto *et al.*, 2013). La intensidad y tipo de disturbio determina el tiempo de recuperación de la biomasa vegetal en la zona degradada (Scatena, 2002), y cuando se trata de perturbaciones que degradan fuertemente el ecosistema, en especial el suelo, es probable que no se obtengan en el corto plazo las características estructurales y funcionales del bosque original (Evans, 2006, citado por Quinto *et al.*, 2013).

La sucesión primaria se presenta en sustratos recién formados o recién expuestos sin legado biológico y baja fertilidad, en áreas desprovistas de vegetación, en suelos formados por lo general por materiales volcánicos, rocas o arenas, en ausencia de materia orgánica como tal (Evans, 2006, citado por Quinto *et al.*, 2013). Es común que se presente este tipo de sucesión en los bosques tropicales luego de actividades antrópicas como la minería de metales (oro, carbón y platino) a cielo abierto, pues es una actividad en la cual una vez acabado el proceso de extracción de minerales en el ecosistema solo quedan arena, piedras, barro y suelos desnudos desprovistos de nutrientes. Sin embargo, aún es poco lo que se ha documentado sobre la

sucesión y los cambios en biomasa vegetal de las zonas afectadas por la minería (citado por Quinto *et al.*, 2013).

Según Ward *et al.* (1997), cuando se desea restaurar un ecosistema autóctono, la repoblación forestal inicial generalmente no produce vegetación idéntica a la original. Esto no significa que las especies de la cubierta definitiva no puedan establecerse en primera instancia, sino que otras especies puedan dominar la vegetación en las etapas iniciales de la rehabilitación. La repoblación forestal inicial debe sentar las bases para un sistema autosostenible, de manera que los procedimientos de sucesión lleven al deseado complejo forestal.

Investigaciones que se han realizado por más de 20 años en sitios abandonados por la minería niquelífera a cielo abierto en concesiones mineras en Holguín, recoge todo un conjunto de métodos silvícolas evaluados en diferentes períodos de tiempo, las que permiten la rehabilitación paulatina de los ecosistemas afectados por extracciones mineras de la región. En Pinares de Mayarí existe un total de 2439,35 ha de yacimientos, de las cuales han sido afectadas por explotación 1446,72 ha y no se afectaron 992,63 ha (Magaña, 2018).

Hasta el momento se han rehabilitado 1303,92 ha, donde las gramíneas aparecen como las primeras especies propagadas provenientes de la materia orgánica utilizada para la plantación de *Casuarina equisetifolia* L. (casuarina) como especie pionera (Magaña, 2018), por lo que se propone como objetivo de este trabajo inventariar la flora que se regenera bajo *Casuarina equisetifolia* en tres parcelas de rehabilitación con diferentes edades

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

La investigación se ejecutó en el período 2016-2017 en Pinares de Mayarí, Holguín. El estudio se efectuó en tres parcelas, las cuales tienen una extensión de 1 ha cada una, con edades de 14, 18 y 20 años (*Fig. 1*), reforestadas con *Casuarina equisetifolia*, especie reconocida internacionalmente por sus bondades para el mejoramiento de sitios adversos (Ferrari y Wall, 2004).

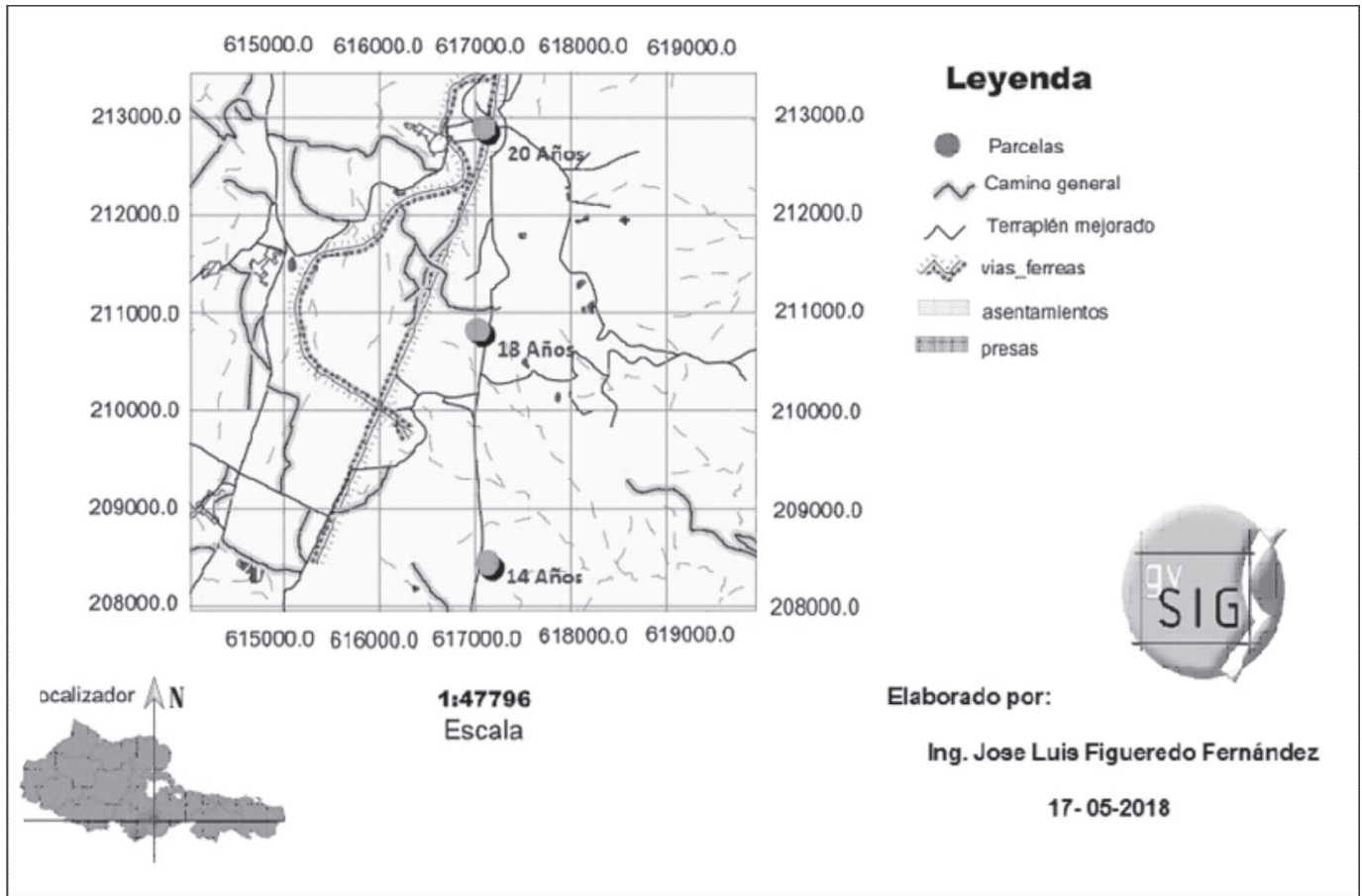


Figura 1. Ubicación de las tres parcelas estudiadas de *Casuarina equisetifolia*.

El yacimiento Pinares de Mayarí se ubica en la meseta, perteneciente al macizo montañoso Sierra de Nipe, la cual representa una superficie peniplanizada con cotas que oscilan entre los 500 y 700 msnm (Citma, 1999). Su posición fisiográfica ocupa la región centro-septentrional de la Sierra de Nipe, las llanuras escalonadas orientales de la depresión de Nipe, las llanuras de Guaro-Mayarí-Cajimaya y el valle occidental del río Mayarí; hacia el sur, el área de influencia indirecta limita con los municipios de II Frente Oriental, San Luis y Julio Antonio Mella, de la provincia de Santiago de Cuba.

Clima

El procesamiento de los datos climáticos en las estaciones meteorológicas de superficie (Punta de Lucrecia, Guaro y Pinares de Mayarí) permitió conocer que en el campo térmico las variaciones están asociadas a la tonalidad altitudinal, con temperaturas medias en la región montañosa que oscilan en 23 °C (Magaña, 2016).

Vegetación

El tipo de vegetación natural más importante es el matorral xeromorfo-subespinoso (charrascal). En el sitio se reportan 901 especies vegetales, agrupadas en 442 géneros y 117 familias, lo que representa el 11,3 % de la flora de Cuba. El endemismo vegetal está principalmente representado por especies del matorral xeromorfo-subespinoso (charrascal) con 275 especies. Se reportan 32 especies vegetales con diferentes grados de amenaza (Matos, 2003).

El área específica del presente estudio se ubica sobre la meseta, donde predominaba fundamentalmente la especie herbácea *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf. (faragua o brasileña), especie que fue introducida en Cuba como forrajera y muy bien adaptada en el oriente del país (Roig, 1965) bajo *Pinus cubensis* Griseb., el cual se sustituyó por *Casuarina equisetifolia*, una vez agotados los frutos de pino para la reforestación de las áreas explotadas (Magaña, 2018).

Suelo

Según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999), se clasifican como Ferrítico Rojo Oscuro Típico. Existe un subtipo llamado Ferrítico Típico Concrecionario, el cual posee una mayor acumulación de hierro, que en ocasiones llega a formar corazas en las superficies. Este tipo de suelo sufre la erosión hídrica laminar o en cárcavas, trasladando gran cantidad de material que luego es depositado en los lugares más bajos.

Los suelos predominantes en la región son Ferríticos sobre serpentinitas, con un pH ligeramente ácido a neutro, los contenidos de fósforo, potasio y calcio son muy bajos y muy altos los de hierro y magnesio (Herrero, 2001).

Muestreo de la vegetación existente

Para la ejecución de la investigación se realizó un estudio florístico en los diferentes estratos de la vegetación, levantando seis transectos de este a oeste con un tamaño de 80 x 5 m mediante la metodología de transectos (Gentry, 1982, citado por Puig, 2016), ampliamente utilizada en el Neotrópico, lo que permite realizar buenas comparaciones. El método consiste en coleccionar y registrar todas las especies presentes en el área. Para el establecimiento de los transectos se fijó como criterio las edades de la plantación de Casuarina como restricción para el muestreo, utilizando el

método de estadística descriptiva en la descripción de la riqueza de especies por familias.

El material vegetal recolectado fue identificado hasta el nivel de especie por la colaboración de especialistas de la flora cubana y la Universidad de Granma. Además, se hizo uso de literatura especializada como el *Diccionario botánico de nombres vulgares*, tt I y II (Roig, 1965) para corroborar la introducción de *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf. Además, se consultó el Catalogue of Seed Plants of the West Indies (Acevedo y Strong, 2012)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El inventario florístico arrojó que crecen bajo la Casuarina 58 especies de 48 géneros y 32 familias, observándose 15 especies endémicas (26 %), 29 especies nativas (50 %), tres especies introducidas (5,1 %) y cinco especies invasoras (9 %) (*Anexo*), fundamentalmente de la familia *Poaceae*, las cuales pudieron haber sido introducidas a través de la materia orgánica aplicada en las plantaciones de Casuarina. Existen además 13 especímenes identificados solo hasta género, lo que dificulta identificar su endemismo.

Como se observa en la *Fig. 2*, las familias mejor representadas en el estrato regenerante fueron Melastomataceae, Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Passifloraceae, Pteridaceae y Rubiaceae en diferentes proporciones.

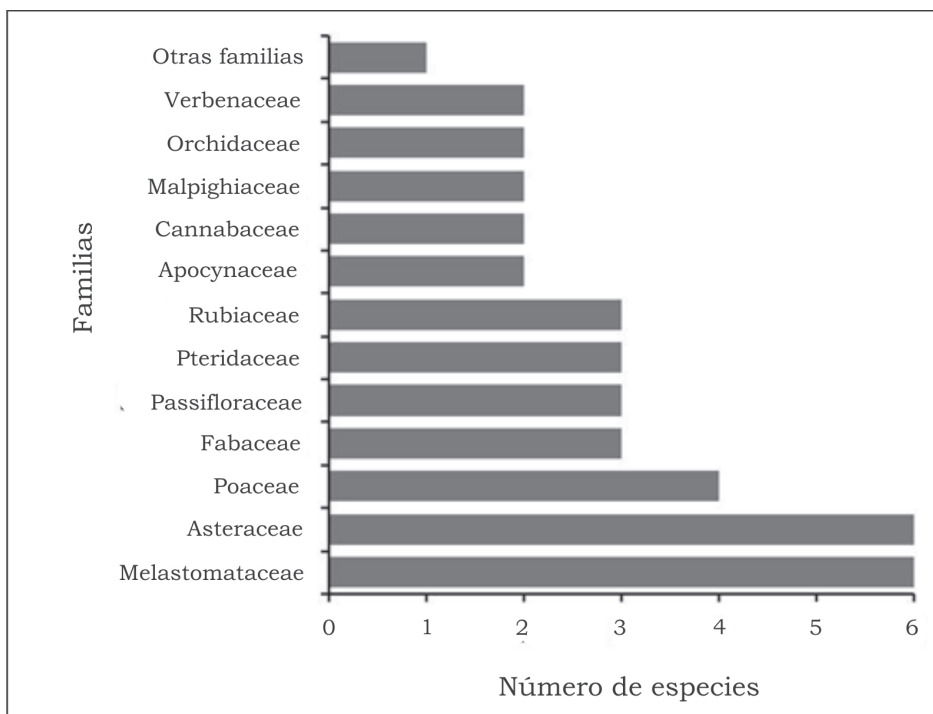


Figura 2. Riqueza florística de tres parcelas de rehabilitación con *Casuarina equisetifolia* en Pinares de Mayarí.

El resultado obtenido coincide con lo expuesto por Bisse (1988) al considerar Melastomataceae una familia predominante en la capa arbustiva de los pinares, al igual que las herbáceas especialmente las Asteraceae y Poaceae.

Las formas de vida presentes en la regeneración natural (Fig. 3) confirman la heterogeneidad florística, aunque las hierbas son las mejor representadas con 15 especies, seguido de los arbustos con 13 especies y de los árboles con 12 especies; además se evidencia una proporción cercana entre las especies helechos (10 especies) y lianas o bejucos (9 especies), estos últimos elementos indicadores de sucesión en los bosques tropicales según Schnitzer y Bongers (2011) y Pereira *et al.* (2013).

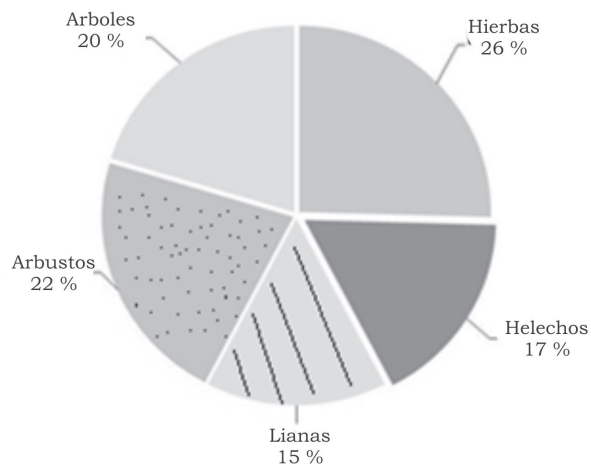


Figura 3. Formas de vida presentes en la regeneración natural de tres parcelas de Casuarina con diferentes edades.

Por otra parte, la presencia de las herbáceas gramíneas obedece a la materia orgánica utilizada para la plantación de Casuarina, por ejemplo *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf., conocida como hierba brasileña, la cual se introdujo en Cuba como forrajera y se encuentra bien diseminada en las parcelas de estudio.

Los helechos encontrados mayormente son heliófilos y de lugares de iluminación intermedios como *Adiantum* sp. (Sánchez, 2007); además se regeneran también helechos como *Anemia* y *Odontosoria*, que juegan un rol importante

en la vegetación sobre suelos serpentínicos (Borhidi, 1991).

En cuanto a las especies destaca que el 26 % de las listadas son propias del matorral xeromorfo subespinoso sobre serpentina (charrascal), y del matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina, o sea, que están representando las formaciones naturales aledañas a las zonas de minería (Charrascal y Pinar de *Pinus cubensis*), con lo cual se aprecia, según González y Sotolongo (2007), el proceso de conquista y ordenación que recibe el nombre de sucesión vegetal.

Es apreciable el aumento en la riqueza de especies con la edad de rehabilitación de las parcelas: 14 años (20 especies), 18 años (29 especies) y 20 años (33 especies). Una de las razones que podrían haber influido en el número de especies presentes en las plantaciones de Casuarina podría ser las características edáficas, ya que según Borhidi (1991), los suelos derivados de serpentina se caracterizan por poseer toxicidad por magnesio, ser pobres en elementos de gran importancia fisiológica como el molibdeno, ricos en hierro, ácidos y con baja fertilidad.

A medida que avanza el período de rehabilitación, facilitado por la Casuarina, se incrementan también todos los tipos biológicos encontrados; solo permanecen con igual número los helechos.

En el caso de las hierbas, se aprecia un incremento vertiginoso de las especies de los 14 a los 18 años y una disminución del número de aparición de los mismos para los 20 años. Esto puede relacionarse con la limitación de la llegada de la luz al sotobosque, ya que a los 20 años las plantas de Casuarina poseen mayores dimensiones y mayor cobertura, lo cual favorece igualmente la presencia de un mayor número de especies arbóreas, corroborándose lo expuesto por Lamprecht (1990), sobre que el número de especies arbóreas se incrementa por unidad de superficie con el progreso de la sucesión en bosques en transición.

Cuando se analiza la incorporación de las especies en el inventario realizado, se aprecia que ocho especies presentes en la parcela de 14 años son comunes en la de 18 años y 11 especies en la de 20 años, así como 16 especies en la parcela de 18 años se encuentran presentes también en la de 20 años. Esto demuestra la recuperación de la cobertura vegetal en el tiempo en las parcelas afectadas por la minería.

Destaca en este análisis la facilitación de 10 especies que solo se listan en la plantación a los 14 años de establecidas y que posteriormente no constan en las parcelas de 18 y 20 años, lo cual sugiere la expresión del carácter heliófilo de las especies, entre las que se encuentran los endemismos *Griseb achianthus hypoleucus*, *Mazaeas haferi*, *Acrosynanthus parvifolius* y *Sideroxylon cubense*. Al respecto, Lamprecht (1990) ha planteado que las condiciones de luz ejercen una influencia determinante sobre el establecimiento y desarrollo de la regeneración.

De igual forma, a los 18 años se listan 12 especies, mayormente arbustos, que no constan en el registro del resto de las parcelas; entre estas se encuentran los endémicos *Guatteria cubensis*, *Neobrcea valenzuelana*, *Jacaranda arborea* y *Clidemia cubensis*.

Cabe destacar que *Jacaranda arborea* ostenta la categoría de Casi Amenazada, o sea, está próxima a satisfacer en el futuro cercano los criterios A-E (reducción del tamaño poblacional, reducción de su distribución geográfica, pequeño tamaño de la población y disminución del número de individuos maduros, población muy pequeña o restringida y alta probabilidad de extinción en estado de vida silvestre) para las categorías En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU) (González et al., 2016).

Así mismo se aprecia cómo 16 especies solo son registradas en la parcela de 20 años de facilitación, así como la presencia de dos endemismos *Bactris cubensis* (palmera típica del norte del oriente cubano) y *Chamae cristianic titans*, además de la presencia del mayor número de melastomatáceas del género *Miconia* y de lianas. Esto sugiere que las condiciones creadas por la Casuarina a los 20 años han favorecido la presencia de regenerantes de estas especies.

CONCLUSIONES

- La facilitación de las plantaciones de *Casuarina equisetifolia* permitió el establecimiento en la regeneración de 58 especies, 48 géneros y 32 familias.
- Las plantaciones de Casuarina entre los 14 y 20 años favorecen la recuperación del área minada mayormente con especies nativas, herbáceas y arbustivas.

- La composición de los tipos de plantas, así como la cobertura florística ascendente de la regeneración de los 14 años a los 20 años, indica la pertinencia de *Casuarina equisetifolia* para rehabilitar áreas afectadas por la minería en Pinares de Mayarí.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo R., P., Strong T., T.M. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Sminthorian Scholarly Press. Washington D.C. 1192 p.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. La Habana. Editorial Científico Técnica. 384 p.
- Borhidi, A. 1991. Phytogeography and vegetation ecology of Cuba. Budapest. Editorial Akademiai Kiadó. 921 p.
- Bruzón, S.N. 2013. Rehabilitación de áreas degradadas por la minería a cielo abierto en la región Nicaro-Mayarí, Cuba. 103 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río. Facultad Forestal y Agronomía. Cuba.
- CITMA. 1999. Estudio Ambiental de Pinares de Mayarí. La Habana. CECITMA. 304 p.
- Ferrari, E., Wall, L. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. Revista de la Facultad de Agronomía (AR) 2: 151-174.
- Figueroa, F.J. 2018. Mapa de ubicación de las áreas de estudio. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Granma.
- González, E., Sotolongo, R. 2007. Ecología Forestal. La Habana. Editorial Félix Varela. 363 p.
- González, L.R., et. al. 2016. Lista roja de la flora de Cuba. Bissea 10 (número especial 1): 1-352 p.
- Hernández, A., et al. 1999. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana. Instituto de Suelos. p. 64
- Herrero, G. 2001. Nutrición de plantaciones de *Pinus caribaea*: respuesta a la fertilización y métodos de diagnóstico. 117 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas). Instituto de Investigaciones Forestales e Instituto de Ecología y Sistemática.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas-posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. República Federal de Alemania. Editorial Cooperación Técnica. 335 p.
- Magaña, H.T. 2016. Proyecto de Ordenación de la Empresa Agroforestal Mayarí. Holguín. 112 p.
- Magaña, H.T. 2018. Proyecto de Ordenación de la Empresa Agroforestal Mayarí. Holguín. 112 p.
- Margalet, R. 1995. Sucesión. Ecología. Barcelona: Ediciones Omega, S. A. 738 p.
- Matos, A. 2003. Plan de Manejo del área protegida "Loma de la Mensura", Holguín: Estación de Investigaciones Integrales de la Montaña. CITMA. p.97

- Pereira, B.L., et al. 2013. Diversity and abundance of climbers from the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation* (NL) 22: 2505–2517.
- Puig, P.A. 2016. Caracterización Estructural de *Abarema maes-trensis* (Ur) Basser en un fragmento del bosque pluvial montano. Parque Nacional Turquino. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencias Forestales)-- Universidad de Pinar del Río.
- Quinto, et al. 2013. Biomasa vegetal en zonas degradadas por minería en un bosque pluvial tropical del Chocó Biogeográfico. Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical* (CO) 3(1): 53-64.
- Roig, J.T. 1965. Diccionario Botánico de nombres Vulgares, Tomos I. La Habana. Editorial Científica. Cuba. 562 p.
- Sánchez, C. 2007. Los helechos y licófitos de Cuba. La Habana. Editorial Científico Técnica. 226 p.
- Scatena, F.N. 2002. El bosque neotropical desde una perspectiva jerárquica. En: Guariguatta, M.R. y Kattan, G H. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago. Editorial LUR. p. 23-42.
- Schnitzer, S.A., Bongers, F. 2011. Increasing liana abundance and biomass in tropical forests: emerging patterns and putative mechanisms. *Ecology Letters* (GB) 14: 397-406.
- Ward, S., Terrey, G., Needham, S. y Milnes, T. 1997. Rehabilitación y Repoblación Forestal. La mejor práctica de gestión ambiental en la minería. Australia. *Enviroment*. Australia. 34 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Magalys Arcia Chávez

Licenciada en Agronomía, Máster en Ciencia, en Educación Ambiental, Profesora Asistente Adjunta de la Universidad de Granma, ha dirigido y participado en diferentes proyectos de corte ambiental. Tiene dos resultados registrados en el Centro Nacional de Derecho de Autor. Realizó posgrados en Nomenclatura Vegetal, Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Proyectos de Desarrollo, Metodología de la Investigación, Didáctica de la Enseñanza Superior, Comunicación en lo Cotidiano, entre otros. Es autora y coautora de publicaciones científicas sobre temas medioambientales y de conservación de recursos naturales, y acreedora de un Premio Ramal de la Agricultura y ha inscrito resultados de sus investigaciones.

Anexo

Lista florística de las tres parcelas de rehabilitación con Casuarina en la meseta de Mayarí, Holguín

Familia	Especies	End.	Intr.	Nativ.	Inv.	Formas de vida	Edad de rehabilitación (años)
Anemiaceae	<i>Anemia coriacea</i> Griseb			x		Helecho	18 y 20
Annonaceae	<i>Guatteria cubensis</i> Bisse	x				Arbusto	18
Apocynaceae	<i>Neobraccia valenzuelana</i> (A. Rich.) Urb.	x				Arbusto	18
	<i>Pinochia corymbosa</i> (Jacq.) M.E. Endress & B.F. Hansen			x		Liana	18 y 20
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch			x		Árbol	20
Arecaceae	<i>Bactris cubensis</i> Burret	x				Árbol	20
Asteraceae	<i>Baccharis scoparioides</i> Griseb	x				Arbusto	14, 18 y 20
	<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G. Don			x		Arbusto	20
	<i>Griseb achianthus hypoleucus</i> (Griseb.) R. M. King & H. Rob	x				Arbusto	14
	<i>Lepidaploa wrightii</i> (Sch. Bip.) H. Rob.	x				Hierba	14, 18 y 20
	<i>Koanophyllon</i> sp.				x	Hierba	20
	<i>Biden</i> sp.					Hierba	18
Bignoniaceae	<i>Jacaranda arborea</i> Urb.	x				Árbol	18
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.			x		Helecho	20
Cannabaceae	<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume			x		Árbol	14
	<i>Tremala marckianum</i> (Roem. & Schult.) Blume			x		Arbusto	18
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carolina</i> L.			x		Liana	20
Cyatheaceae	<i>Cyathea parvula</i> (Jenman) Domin.			x		Helecho	14, 18 y 20
Cyperaceae	<i>Scleria havanensis</i> Britton	x				Hierba	18 y 20
Dennstaedtiaceae	<i>Odontosoria aculeata</i> (L.) J. Sm			x		Helecho	14, 18 y 20
Ericaceae	<i>Lyonia macrophylla</i> (Britton) Ekman ex Urb.	x				Árbol	14, 18 y 20
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp.					Arbusto	20
Fabaceae	<i>Chamae cristanictitans</i> Moench	x				Hierba	20
	<i>Mimosa pudica</i> L.			x		Hierba	18
	<i>Crotalaria pygmaea</i> Polhil.			x		Hierba	18
Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris</i> sp.				x	Helecho	14
Malpighiaceae	<i>Stigma phyllonipense</i> Alain.			x		Liana	18 y 20
	<i>Stigmaphyllon sagranum</i> A. Juss.			x		Liana	18
Melastomataceae	<i>Miconia dodecandra</i> (Desr.) Cogn.			x		Árbol	18 y 20
	<i>Miconia</i> sp.					Árbol	20
	<i>Miconia</i> sp.					Árbol	20
	<i>Miconia</i> sp.			x		Árbol	20
	<i>Miconia</i> sp.			x		Arbusto	20
	<i>Clidemia cubensis</i> Cogn.	x				Arbusto	18

Myrsinaceae	<i>Myrsinecoriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.			x		Arbusto	14 y 20
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis</i> sp.					Helecho	14
Orchidaceae	<i>Bletia purpurea</i> (Lam.) D.C.			x		Hierba	14
	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	x			x	Hierba	14, 18 y 20
	<i>Pasiflora</i> sp.					Liana	20
Pasifloraceae	<i>Passiflora penduliflora</i> Bertero ex D.C.			x		Liana	14
	<i>Passiflora suberosa</i> L.			x		Liana	18
Pinaceae	<i>Pinus cubensis</i> Sarg. ex Griseb	x				Árbol	14, 18 y 20
	<i>Schizachyrium gracile</i> Spreng.			x		Hierba	14, 18 y 20
Poaceae	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf.		x		x	Hierba	14, 18 y 20
	<i>Panicum</i> sp.				x	Hierba	18 y 20
	<i>Lasiacisdiv aricata</i> (L.) Hitchc.			x		Liana	14, 18 y 20
Psilotaceae	<i>Psilotum nudum</i> (L.) P. Beauv.		x			Hierba	14
	<i>Adiantum</i> sp.					Helecho	14 y 20
Pteridaceae	<i>Adiantum hibrido (piramidale</i> x outro <i>Adiantum</i>			x		Helecho	18
	<i>Pteris longifolia</i> L.			x		Helecho	18
	<i>Mazaea shaferi</i> (Standl.) Delprete	x				Árbol	14
Rubiaceae	<i>Acrosynanthus parvifolius</i> Britton	x				Arbusto	14
	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.			x		Liana	20
Sapindaceae	<i>Dodonaea angustifolia</i> (L. f.) J. G. West			x		Arbusto	18 y 20
Sapotaceae	<i>Sideroxylon cubense</i> (Griseb.) T.D. Penn.	x				Arbusto	14
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.			x		Árbol	18 y 20
Verbenaceae	<i>Stachytar pheta jamaicensis</i> (L.) Vahl.			x		Hierba	20
	<i>Lantana</i> sp.					Hierba	20

End.: Endémica
 Intr.: Introducida
 Nativ.: Nativa
 Inv.: Invasora

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

SERVICIOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS

Silvicultura

- Evaluación de proyectos o de áreas establecidas para la protección de cuencas hidrográficas.
- Evaluación de proyecto o áreas establecidas para sistemas agroforestales.

Protección y genética forestal

- Fenología forestal.
- Estudio sobre las causas, métodos y protección contra incendios forestales.
- Metodología para la creación de fincas especializadas en la producción de semillas mejoradas.

Tecnología y aprovechamiento de la madera

- Propiedades físico-mecánicas de la madera y definición de usos.
- Identificación de especies maderables.
- Conservación de la madera por métodos físico-químicos.
- Caracterización química elemental de la madera.
- Caracterización y recomendaciones de usos de especies maderables.

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MICROBIANA DEL AIRE EN EL ASERRADERO LIBERTAD, EMPRESA AGROFORESTAL LAS TUNAS

EVALUATION OF THE MICROBIAL CONCENTRATION OF THE AIR IN THE SAWMILL FREEDOM, AGROFORESTAL COMPANY LAS TUNAS

LIC. CLAUDIA M. TORRES-FERNÁNDEZ, DR. JUAN M. GARCÍA-DELGADO, TÈC. CLAUDIA DE LA C. GALÁN-VALENZUELA
Y TÈC. NATIVIDAD TRIGUERO-ISSASI

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF). UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, teléf.: 7208 2554, fax: 7208 21 89, claudiam@forestales.co.cu

RESUMEN

La implementación de la producción más limpia en la industria de la madera permite soluciones prácticas encaminadas a la elevación del desempeño ambiental y económico de una empresa. Debido a que son incipientes los estudios realizados en este tipo de ambientes sobre la calidad microbiológica del aire, los objetivos de este trabajo fueron cuantificar en unidades formadoras de colonias por metro cúbico la microbiota del aire en el aserradero Libertad perteneciente a la Empresa Agroforestal Las Tunas y evaluar los niveles de contaminación microbiológica del mismo. En el análisis microbiano del aire se empleó el método de sedimentación gravimétrico. Según los valores obtenidos, fueron clasificados los locales como contaminados para el caso de los hongos y no contaminado para la actividad bacteriana.

Palabras claves: producción más limpia, contaminación microbiana, patogenias, biodeterioro.

ABSTRACT

The implementation of Clean Production + in the wood industry, allows to practical solutions aimed at raising the environmental and economic performance of a company. Because the studies carried out in these types of environments on the microbiological quality of the air are insipient, the objectives of this work were: To quantify in colony forming units per cubic meter, the air microbiota in the "Libertad" sawmill belonging to the Las Tunas Agroforestry Company and evaluate the levels of microbiological contamination of the same. In the microbial analysis of the air, the gravimetric sedimentation method was used. According to the values obtained, the premises were classified as contaminated for the case of fungi and not contaminated for bacterial activity.

Key words: cleaner production, microbial contamination, pathogenesis, biodeterioration.

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF) inició en 2017 estudios relacionados con la producción más limpia en la industria de la madera mediante la elaboración de una metodología, la cual va dirigida a diagnosticar, cuantificar y favorecer soluciones prácticas encaminadas a evitar la generación de residuos y mejorar la calidad del aire y a disminuir el consumo de materias primas, materiales auxi-

liares, agua y energía para contribuir así a la elevación del desempeño ambiental y económico de una empresa.

En el marco de la implementación de esta metodología, en ese propio año se realiza una investigación en la carpintería anexa al aserradero Libertad, perteneciente a la Empresa Agroforestal Las Tunas, cuyos principales resultados fueron desde el punto de vista organizacional,

y aseguran una reducción de los costos de producción de elementos del módulo apícola en un 26 % en CUP y un 4 % en CUC. Continuando con la línea de trabajo iniciada en P + L en la propia empresa, en la presente investigación se trata de evaluar la contaminación microbiana del aire (García, 2017).

La atmósfera se caracteriza por presentar gran intensidad de luz, variaciones extremas de temperatura, concentraciones bajas de materia orgánica y escasez de agua, por lo que es un ambiente hostil para los microorganismos y generalmente no es un hábitat adecuado para su crecimiento (Nugari, 2001).

Sin embargo, numerosos microorganismos son encontrados en las porciones más bajas de la atmósfera. Estos no pueden crecer en ella, pero representan poblaciones alóctonas transportadas por la atmósfera a partir de hábitats acuáticos y terrestres (Florian, 2003). Muchas especies representantes de varios grupos de bacterias, hongos y protozoarios han sido aisladas del aire, ya que generalmente se han introducido por la actividad antropogénica (Borrego, 2010).

Los microorganismos pueden ser transportados por las partículas de polvo presentes en el aire exterior, hacia el interior de los locales, a través de la ventilación y las personas (Borrego, 2008). La colonización y el crecimiento sobre la superficie de los objetos también pueden ser una importante fuente de contaminación del aire interior (Bogomolova, 2009).

Por otra parte, la madera, por ser un material orgánico, está sometida a distintos tipos de deterioro, los cuales son originados por diferentes causas. Pueden ser de carácter abiótico (daños mecánicos y descomposición por agentes físicos y/o químicos) y de carácter biótico (acción de bacterias, insectos y hongos xilófagos) (Caneva *et al.*, 2000). Sin dudas el biodeterioro es el más importante, tanto para árboles en pie como para productos forestales, lo cual en las condiciones de Cuba se complejiza por sus condiciones climáticas como país tropical, caracterizada por temperaturas promedio de 26 °C y humedad relativa del aire del 85 %. Según Gutarowska (2010), estas condiciones son idóneas para la proliferación de los agentes bióticos, y por consiguiente para el deterioro de la madera, los que se manifiestan como diferentes alteraciones,

tanto desde el punto de vista estético como estructural, y en casos extremos puede significar la desintegración total de la misma.

Dichas alteraciones pueden ser descomposiciones o pudriciones (blanda, parda o cúbica, blanca o destructiva) y manchas superficiales o enmohecimiento, conocido comúnmente como azulado de la madera (Caneva *et al.*, 2000).

El incremento de la actividad fúngica se origina por el creciente uso de madera proveniente de plantaciones de rápido crecimiento (Gutiérrez, 2008), caso de que por sus característica dimensionales no se dejen alcanzar la madurez tecnológica.

Por otra parte, se conoce que más del 50 % de las especies fúngicas tienen atributos patogénicos, que pueden afectar la salud de las personas. Se ha reportado presencia de esporas fúngicas inhaladas y depositadas en las vías respiratorias, específicamente en los bronquios, bronquiolos y los pulmones (Calderone, 2002).

La incidencia de estas micosis varía notablemente de unos países a otros y también las especies que las producen. Los hongos dermatofitos pueden clasificarse en especies antropofílicas, zoofílicas y geofílicas, según sea su hábitat preferente: el ser humano, los animales o el suelo. En el ser humano las especies antropofílicas suelen producir cuadros más crónicos que las zoofílicas y geofílicas (Mandell, 2000).



Figura 1. Acumulación de residuos en la carpintería.

La deposición de las esporas fúngicas de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus fumigatus* se han reportado que causan enfermedades respiratorias, como alergias, rinitis, asma bronquiales y otras (Peña, 1983).

Según Zapater (1965), además del sistema respiratorio los hongos también pueden causar ocasionalmente enfermedades cutáneas, oculares como candidiasis, dermatitis, etc. En el caso de las afectaciones en la piel, son responsables de micosis superficiales, cutáneas, subcutáneas, profundas o sistémicas. A continuación se describen algunas de ellas:

- *Dermatitis seborreica y caspa (Pitiriasis capitis)*: Áreas de piel enrojecida e inflamada, recubierta de escamas grasientas de color amarillo, generalmente en cuero cabelludo, cara y tórax. Tienen una evolución crónica y recurrente. En los pacientes con sida o síndrome relacionado puede localizarse en las axilas con un cuadro muy florido de diagnóstico complejo.
- *Pitiriasis versicolor*: Es una infección superficial crónica, no irritativa del estrato córneo producida por especies del género *Malassezia*: *M. furfur*, *M. globosa*, *M. obtusa*, *M. restricta*, *M. slooffiae* y *M. sympodialis*.
- *Candidiasis de mucosa gastrointestinal, no esofágica*: Se asocia a procesos malignos y suele presentarse como una úlcera o un grupo de ellas, tanto en mucosa gástrica como en intestino delgado o grueso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características y dimensiones del área de muestreo

El estudio microbiológico se llevó a cabo en la carpintería del aserradero Libertad, localizado

en la ciudad de Las Tunas, perteneciente a la Empresa Agroforestal del mismo nombre. La carpintería cuenta con un área de 324 m² y posee una fuerza de trabajo constituida por 15 obreros de diferentes categorías ocupacionales. La construcción de la nave del taller es de paredes de mampostería y techo de cinc, y en la Fig. 1 se puede apreciar la acumulación de aserrín, trozos de madera de diferentes dimensiones y polvo.

Muestreo microbiológico ambiental

El muestreo microbiológico ambiental se realizó en el horario comprendido entre las diez de la mañana y las doce del día, y se ejecutó por el método de sedimentación descrito por NR-P 1987 y modificado por Bogomolova (2009). Se utilizaron para el aislamiento de los hongos placas Petri de 90 mm de diámetro con agar papa dextrosa (PDA). Las placas se colocaron expuestas a una altura de un metro sobre el nivel del suelo durante 20 min.

Según las dimensiones del área en cuestión, se muestrearon siete puntos con un diseño en forma de estrella con tres réplicas cada uno (Fig. 2), con el objetivo de lograr la mayor representatividad de la densidad relativa de las unidades formadoras de colonias por metro cúbico de aire (ufc/m³ aire).

Además de los siete puntos obtenidos de la fórmula, según Fedecai (2007), se decidió muestrear tres puntos más que presentaban gran acumulación de residuos sólidos ubicados cerca de máquinas en funcionamiento y en otras zonas de la nave.

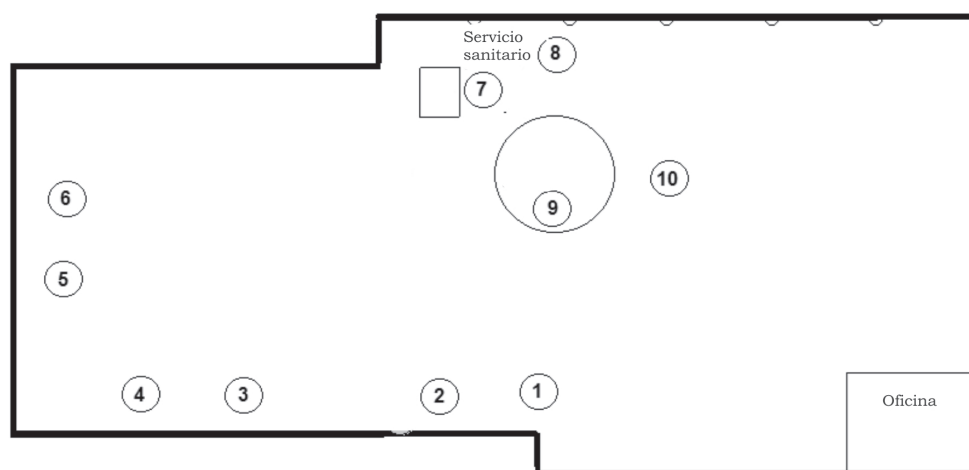


Figura 2. Ubicación de los puntos de muestreo en el área de la carpintería.

El número de puntos a muestrear (N_p) se obtiene con la siguiente expresión (Fedecai, 2007):

$$N_p = 0,1 * S^{0,56}$$

donde S es el área de la nave.

Posteriormente las placas con medio de cultivo PDA se incubaron durante siete días a temperatura ambiente.

Determinación de las ufc/m³ aire

El número de ufc/m³ de aire se obtiene con la siguiente expresión:

$$\text{Número de ufc/m}^3 \text{ aire} = \text{Número de colonias} * K$$

donde el número de colonias equivale a la media total de las colonias que se contabilizaron en la carpintería, y K , es en este caso, es 90 (diámetro en mm de las placas Petri empleadas en el muestreo).

Determinación de la concentración microbiana del aire

Se calculó según la siguiente expresión (Bogomolova, 2009):

$$N = ab * 104(bt)^{-1}$$

donde:

a : Número de colonias por punto de muestreo

b : Superficie de la placa (cm²)

t : Tiempo de exposición (min)

Determinación de la densidad relativa o frecuencia de aparición de las ufc/m³

Para determinar la densidad relativa (DR) se empleó la siguiente expresión (Smith, 1980):

$$DR = \frac{\text{Colonias de todos los géneros o especies}}{\text{Total de colonias de todos los géneros o especies}}$$

Medición de la temperatura y la humedad relativa en el momento del muestreo microbiológico

Se realizaron las mediciones de ambas variables en cada uno de los puntos muestreados empleando un termómetro e higrómetro convencional, determinando posteriormente su promedio. La temperatura se midió en grados Celsius (°C) y la humedad en porcentaje (%), con un nivel de precisión de ambas variables de ± 1 .

Determinación de las categorías y niveles de contaminación

Las *Tablas 1 y 2* muestran las categorías y niveles de contaminación que se tuvieron en cuenta para la clasificación del local una vez finalizado el estudio (NR-201, MINIP, 1987).

Tabla 1. Categorías de contaminación

Categoría de contaminación	ufc/m ³ aire		Hongos como ufc/g de polvo
	Bacterias	Hongos	
Muy baja	< 50	< 25	< 10 000
Baja	<100	< 100	< 20 000
Intermedia	< 500	< 500	< 50 000
Alta	= 2000	= 2000	< 120 000
Muy alta	> 2000	> 2000	< 120 000

Tabla 2. Grados de contaminación (según NR-201, Minal, 1987)

ufc/m ³ aire	Grado de contaminación
> 1500	Altamente contaminado
1000-1500	Contaminado
750-1000	Ligeramente contaminado
500-750	Poco contaminado
< 500	No contaminado

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grado de contaminación microbiana ambiental

El valor alcanzado para hongos ascendió a 1071,85 ufc/m³ aire. Se observó que para el caso de los hongos la concentración fue de

3,79 ufc/m³, lo que significa que por metro cúbico de aire aparecen aproximadamente cuatro colonias fúngicas de géneros diferentes con una densidad relativa o frecuencia de aparición de 64,79 %. Con estos resultados se puede clasificar el aire interior de la carpintería como contaminado (*Tabla 3*).

Tabla 3. Unidades formadoras de colonia fúngicas por metro cúbico de aire, densidad relativa, nivel y grado de contaminación

Punto de muestreo	ufc/m ³ hongos	Dr (%)	Nivel de contaminación	T (°C)	HR (%)
1	1185,84	64,75	Contaminado	26,1	62
2	1176,76	64,75	Contaminado	26,2	62
3	786,67	64,79	Ligeramente contaminado	28,3	65
4	1203,98	64,79	Contaminado	27,5	63
5	1189,08	64,79	Contaminado	27,4	63
6	1200,09	64,79	Contaminado	28,2	65
7	1260,36	64,80	Contaminado	27,5	62
8	1178,06	64,79	Contaminado	27,4	62
9	1470,31	64,79	Contaminado	28,3	65
10	1167,39	66,72	Contaminado	27,5	62
Media	1071,85	64,79	Contaminado	27,44	63,1

Dr: Densidad relativa o frecuencia de aparición

T: Temperatura

HR: Humedad relativa de aire

Como se aprecia en la *Tabla 3* y *Fig. 3*, los mayores valores de la actividad fúngica se ven en el punto 7 y 9, ubicados en el servicio sanitario, y el cuarto

de mantenimiento con 1260 y 1470 ufc/m³. Para el caso de este último, a solo 30 ufc/m³ para haber sido clasificado como altamente contaminado.

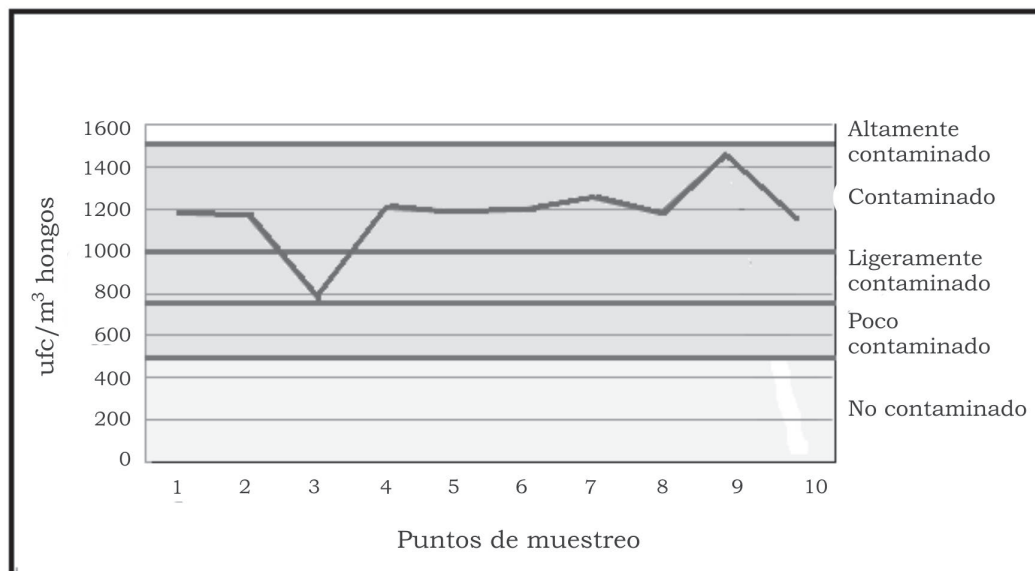


Figura 3. Relación entre el punto de muestreo y la actividad fúngica.

El punto 3 se encuentra en un área que se puede apreciar en la *Fig. 1*, detrás de los ope-

rarios, cerca de la pared, donde la acumulación de residuos de todo tipo es relativamente poca.

En comparación con el resto de las observaciones realizadas en la nave, los resultados de la actividad fúngica del punto 9 son superiores en aproximadamente un 20 % con respecto al resto. Los resultados de las ufc/m³ de aire para bacterias y su correspondiente frecuencia de

aparición fueron de 9,39 % y 22,83 %, respectivamente. Pudo constatar que a diferencia del caso anterior (hongos) resultó ser muy baja la densidad relativa, por lo que se clasifica la carpintería como no contaminada (*Tabla 4*) (NR-201, MINIP, 1987).

Tabla 4. Unidades formadoras de colonias bacterianas por metro cúbico de aire, densidad relativa, nivel y grado de contaminación

Punto de muestreo	ufc/m ³ bacterias	Dr	Nivel de contaminación	T (°C)	HR (%)	Media	
						T °C	HR
1	25,92	23,87	No contaminado	26,1	62	27,4	63,1
2	7,77	27,75	No contaminado	26,2	62		
3	15,55	27,75	No contaminado	28,3	65		
4	9,72	27,73	No contaminado	27,5	63		
5	4,53	27,71	No contaminado	27,4	63		
6	7,76	27,75	No contaminado	28,2	65		
7	5,18	27,75	No contaminado	27,5	62		
8	10,36	27,75	No contaminado	27,4	62		
9	5,18	27,75	No contaminado	28,3	65		
10	1,94	10,33	No contaminado	27,5	62		
Media	9,39	22,83					

Dr: Densidad relativa T: Temperatura HR: Humedad relativa de aire

En cuanto a la concentración microbiana del aire para hongos, la concentración fue de 87,29 %, y para el caso de las bacterias la concentración fue de 0,7 %. Esto quiere decir que en la car-

pintería perteneciente al aserradero Libertad se presenta contaminación fúngica, en algunos puntos con valores elevados, y ninguna contaminación bacteriana (*Tabla 5*).

Tabla 5. Concentración microbiana presente en el aire de la carpintería del aserradero Libertad

Punto de muestreo	N (%) (hongos)	N (%) (bacterias)
1	91,5	2,0
2	90,8	0,6
3	60,8	1,2
4	92,9	0,7
5	91,7	0,4
6	92,6	0,6
7	97,3	0,4
8	90,9	0,8
9	113,4	0,4
10	81,0	0,2
Media	87,29	0,70

El presente resultado fundamenta, conjuntamente con los obtenidos por García (2017) referidos a los problemas organizativos del flujo tecnológico, la necesidad de eliminar de la nave de producción el cuarto de mantenimiento y el servicio sanitario en el aserradero Libertad perteneciente a la Empresa Agroforestal Las Tunas.

Por otra parte, es necesario dotar a todos los trabajadores con medias caretas con filtros de aire y de favorecer mediante los mecanismos adecuados la extracción del aire interior de la carpintería hacia el exterior, en condiciones ambientalmente seguras.

Se considera que las paredes necesariamente no deben ser construidas completamente de mampostería, realizando prácticas constructivas de media pared de bloques o ladrillos, y el resto en altura pudiese ser telas metálicas o celosías.

CONCLUSIONES

- Las áreas con mayores índices de contaminación por hongos se encuentra en el cuarto de mantenimiento, con 1470,31 ufc/m³, siguiéndole el servicio sanitario con 1260,36 ufc/m³, cuestión que define a la empresa la necesidad de tomar medidas encaminadas a ubicar ambas áreas en lugares con mejores condiciones de aireación.
- Los resultados obtenidos permiten definir los valores medios de la actividad fúngica de 1071,85 ufc/m³ y para bacterias de 9,39 ufc/m³, lo cual clasifica la calidad del aire del taller como contaminado para hongos y no contaminado para bacterias.
- Además de afectar la salud de los que trabajan en la transformación de la madera, los microorganismos aislados ocasionan biodeterioro de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

Bogomolova, E.V., Kertadeli, I. 2009. Airborne fungi in four stations of the St. Petersburg underground railway system.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Claudia M. Torres Fernández

Licenciada en Microbiología, Especialista IV para la Investigación y el Desarrollo, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Fitopatología, Cambio Climático, Calidad del Aire, Plagas Forestales, Preservación de la Madera y Gestión Ambiental. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

International Biodeterioration and Biodegradation (IT) 63: 153-160.

Borrego, S., Pons, V., Perdomo, I. 2008. La contaminación microbiana del aire en dos depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba. Revista CENIC Ciencias Biológicas (CU) 39:63-69.

Borrego S, Perdomo, I., Guimet, P., Gómez de Saravia, S. 2010. Estudio de la concentración microbiana en el aire de depósitos del Archivo Nacional de Cuba. AUGMDOMUS (CU) 1:114-133.

Calderone, R.A. 2002. Candida and candidiasis. Washington DC. American Society for Microbiology. p. 249-351.

Caneva, G., Nugari, P.M., Salvadori, O. 2000. La biología de la restauración. En: Nerea S.A (Ed). Italia.

Florian, L. 2003. Water, heritage photographic materials and fungi. Topics in photographic preservation (US) 10:60-73.

FEDECAI-01: 2007. Programa de certificación de calidad ambiental en interiores. Calidad ambiental en interiores: criterios de muestreo. Federación española de empresas de calidad ambiental interior. Vig. Julio 2007.

García, J.M. 2017. Incremento de la eficiencia de la industria de la segunda transformación en la Empresa Agroforestal Las Tunas. Memorias de la VII Convención Internacional Agroforestal. La Habana. Cuba. ISBN 978-959-7215-29-5.

Gutarowska, B. 2010. Metabolic activity of moulds as a factor of buildings material biodegradation. Polish journal of microbiology (CA) 59: 119-124.

Gutiérrez, V., Pinzón, A., Casas, J., Martínez, M. 2008. Determinación de la actividad celulolítica del suelo proveniente de cultivos de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Agronomía Cubana (CU) 26(3):44-52.

Mandell, G.M., Douglas, R.G., Bennett, J.E. 2000. Principles and practice of infectious diseases. 5th ed. New York. 345 p.

Nugari, M.P., Roccardi, A. 2001. Aerobiological investigations applied to the conservation of cultural heritage. Aerobiologia (NL) 17:215-223.

NR-201: 1987. MINIP. Método de Omeliansky. Análisis higiénico sanitario y ambiental. Métodos de ensayos microbiológicos. Ciudad de La Habana. Ministerio de la Industria Pesquera. Vig. Julio 1987.

Peña-Yañez, J. 1983. Micología clínica. Madrid. Editorial Ciencia. p. 231-326.

Smith, G. 1980. Ecology and field biology. 2nd. Edition. Harp Row, New York. 210 p.

Zapater, R.C. 1965. Introducción a la micología médica. Buenos Aires. El Ateneo. 800 p.

XILOTECA DE MADERAS CUBANAS JULIAN ACUÑA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRO-FORESTALES



La Xiloteca del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF) fue fundada en 1970 por el ingeniero Alberto Ibáñez Drake. Está adscrita desde 1977 al Index Xylariorum Institutional Wood Collection of the World.

SITUACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES. PLAN DE MEDIDAS PARA SU CONSERVACIÓN

SITUATION OF THE FOREST GENETIC RESOURCES. PLAN OF MEASURES FOR THEIR CONSERVATION

ING. AMARILYS LEYVA-HERNÁNDEZ¹, M.Sc. LOURDES SORDO-OLIVERA¹, Dra.C. ORLIDIA HECHAVARRÍA-KINDELÁN¹,
ING. PABLO ECHAVARRÍA-CARABALLO², M.Sc. YAUMARA MIÑOSO-BONILLA², ING. ÁGUEDO CÁRDENAS-MARÍN³,
ING. ESPERANZA HIDALGO-RODRÍGUEZ³, TÈC. KETTY RAMÍREZ-HERNÁNDEZ⁴, M.Sc. LILIANA CABALLERO-LANDÍN⁴,
ING. MIGUEL RIVERO-VEGA⁵, M.Sc. MILADYS DELGADO-MÉNDEZ⁵, TÈC. UBERTO PELÁEZ-MARTÍNEZ⁵,
M.Sc. ADONIS SOSA-LÓPEZ⁶, ING. JOSÉ L. FIGUEREDO-FERNÁNDEZ⁶ Y TÈC. EIDER SUÁREZ-RAMOS⁷

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Investigaciones e Innovación Tecnológica.
Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba,
recursosgenéticos@forestales.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agroforestal Viñales,
Km 20, Carretera a Viñales, Pinar del Río, Cuba

³ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agroforestal Itabo.
Calle Esteban Hernández 354, Itabo, Martí, Matanzas, Cuba

⁴ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agroforestal Placetas,
Finca Victoria, Caserio Oliver, Placetas, Villa Clara, Cuba

⁵ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agroforestal Camagüey.
Ave. Ignacio Agramonte 178, Los Coquitos, Camagüey, Cuba

⁶ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agroforestal Guisa.
Carretera vía Victorino, Km 1^{1/2}, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba

⁷ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agroforestal Baracoa,
Km 12, Carretera Baracoa-Guantánamo, Baracoa, Guantánamo, Cuba.

RESUMEN

El inventario de los Recursos Genéticos Forestales (RGF) atendidos por el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF) estuvo dirigido a dar respuesta a la necesidad de obtener información actualizada y confiable acerca de sus existencias. Para ello se visitaron las áreas experimentales ubicadas en los territorios de las Unidades Científico-Técnicas de Base (UCTB) y en las áreas de las Empresas Agroforestales (EAF), se procesaron los datos obtenidos y se resumieron en tablas para determinar el porcentaje de conservación de los recursos. Esta tarea permitió conocer la situación actual de los RGF e implementar un plan de medidas para disminuir las pérdidas.

Palabras claves: *inventario, recursos genéticos forestales, áreas experimentales, conservación.*

ABSTRACT

The inventory of the Forest Genetic Resources (RGF) assisted by the Institute of Forest Investigations Agriculture (INAF) it was directed to give answer to the necessity of obtaining up-to-date and reliable information about their existences. For they visited one another it the experimental areas located in the territories of the Basic Technical Scientific Units (UCTB) and in the areas of Agricultural and Forestry Enterprises (EAF), the obtained data were processed and they were summarized in charts to determine the percent of conservation of the resources. This task allowed to know the current situation of the RGF and to implement a plan of measures to diminish the losses.

Key words: *inventory, forest genetic resources, experimental areas, conservation*

INTRODUCCIÓN

Los recursos genéticos son parte de la diversidad biológica que el ser humano ha utilizado

desde los comienzos de la civilización con el fin de satisfacer sus necesidades de alimentación,

abrigo y salud. La Convención sobre Diversidad Biológica (Naciones Unidas, 1992) los define como todo material genético de uso actual y potencial de origen vegetal, animal, microbiano u otro que contenga unidades funcionales de la herencia.

La conservación de un recurso se define como las acciones y políticas que aseguren su existencia y disponibilidad continua. El término “conservación” que se usa con el sentido definido en la Estrategia Mundial para la Conservación, es el manejo del uso humano de los recursos genéticos, de tal forma que puedan brindar los mayores beneficios sostenibles a las generaciones presentes y mantengan su potencial para llenar las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras (Jara, 1995).

Un paso importante en la implantación de los nuevos principios para la conservación de recursos genéticos fue la firma del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Naciones Unidas, 1992). Posteriormente la Conferencia de las Partes del Convenio aprobó la Estrategia Global para la Conservación de las Plantas. Este documento proporciona un marco para acciones a nivel global, regional, nacional y local con el fin de detener la pérdida de diversidad vegetal.

En Cuba, aunque las actividades de conservación de los recursos fitogenéticos tienen sus antecedentes en la segunda mitad del pasado siglo, comenzándose en la segunda mitad de la década de los setenta a trabajar en la organización de la conservación del germoplasma con un enfoque nacional, a partir de la celebración de la primera y segunda Reuniones Nacionales de Genética Vegetal (FAO, 1995).

En 1999 se elaboró la Estrategia Nacional sobre la Diversidad Biológica (Enbio) con su Plan de Acción Nacional, fundamentada en tres pilares básicos: la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de los recursos de la diversidad biológica cubana. Este programa ha sido revisado y actualizado periódicamente. El Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica proyectado ahora para la etapa 2016-2020 responde a los compromisos contraídos con el CDB y constituye la principal plataforma para enfrentar la pérdida de la diversidad biológica

En el INAF los esfuerzos de conservación *ex situ* han sido concebidos como un producto secundario de actividades de mejoramiento genético. Otras formas de conservación no han sido empleados hasta hoy para los recursos forestales, debido fundamentalmente a restricciones financieras para el desarrollo de tales objetivos (FAO, 2007).

El presente trabajo comprende un análisis de la situación actual de los RGF del INAF desde 1995 hasta 2017; se efectuó un inventario que comprendió todas las áreas experimentales para dar respuesta a la necesidad de obtener datos actualizados de las existencias de los RGF. De este estudio se derivó también un plan de medidas para la conservación de los recursos que resulta de fundamental importancia para implementar adecuadas acciones de manejo, tanto en el marco institucional como en las unidades de base.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se hizo en áreas experimentales de seis UCTB del INAF (Viñales, Itabo, Placetas, Camagüey, Guisa y Baracoa) y en territorios que forman parte del patrimonio de las EAF asesoradas metodológicamente por cada una de estas estaciones.

El inventario se inició tomando como línea base la situación hasta 1995 de los recursos fitogenéticos custodiados por la institución presentada en el Informe Final del proyecto Conservación de los Recursos Genéticos y la Biodiversidad Forestal (Álvarez, 2002), con la cual se creó un sistema de gestión de base de datos denominado RGF Cuba; se utilizó también la información registrada por la especialidad de mejoramiento genético, además de los datos existentes en los archivos de la especialidad de conservación y de los informes de las fuentes semilleras del país donde aparecen categorizadas los recursos que cumplen con los requisitos establecidos (Minag, 2012).

Se implementó un programa de visitas a las áreas experimentales con vistas a inventariar y evaluar en el terreno la situación real de los recursos y registrar esta información en modelos creados al efecto para integrarlos de forma sintetizada en una tabla de datos en formato Excel y procesarlos utilizando el método de estadística descriptiva.

Se incluyeron los recursos establecidos en la localidad de Topes de Collantes y de Pinares de Mayarí, que en la actualidad están fuera del

área patrimonial del INAF por la posibilidad de utilizar en un futuro este material genético con fines investigativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inicialmente existían en el INAF un total de 147 áreas experimentales que comprendían más de 600 ha desglosadas en 10 bancos clonales, 9 huertos semilleros, 42 pruebas de especies, 42 pruebas de progenies y 44 pruebas de procedencias, conservando recursos fitogenéticos de algo más de un centenar de especies forestales tropicales autóctonas y alóctonas (FAO, 1995).

En este sentido existieron avances importantes previos a 1990, pero la desfavorable situación económica enfrentada por el país durante el primer lustro de la década de los noventa afectó sensiblemente esta actividad, que fue prácticamente abandonada por diferentes causas, entre ellas limitaciones financieras y materiales para su ejecución, muchas de las áreas fueron objeto de talas clandestinas, en algunos casos sufrieron los efectos del fuego o de ciclones tropicales, y en general hubo una disminución de su atención, por lo que el nivel de incertidumbre sobre la información recopilada desde casi veinte años atrás era muy alta (Hechavarría y Manzanares, 2016).

Las últimas acciones específicas realizadas con relación a la conservación de RGF se realizaron con la ejecución del proyecto titulado “Conservación de los recursos fitogenéticos y la biodiversidad forestal”, que inició su ejecución en enero de 1999 y concluyó sus actividades prácticas durante el primer semestre de 2002, comprendiendo el período 1990-1995 y que incluyó la elaboración de un sistema de gestión de Base de Datos (Sistema RGF) sobre las especies arbóreas nativas e introducidas presentes en Cuba y su distribución, así como la existencia y composición de los experimentos

genéticos establecidos con especies arbóreas (Álvarez, 2002). Esta recopilación en la actualidad requiere la transformación a un producto informático más reciente y de mejor calidad.

Después de un período de interrupción de la actividad de conservación se elaboró en 2013 la “Estrategia de trabajo para la conservación de los recursos genéticos” (Hechavarría, 2013), aprobada por el INAF. Se orientó a partir de esta fecha un inventario completo de las áreas experimentales, y como derivación del mismo se elaboró un Informe en el que se describió la situación de los RGF y se recomienda un plan de medidas para perfeccionar la actividad de conservación (Leyva, 2016).

En 2016 comenzó el proyecto no asociado a Programa Monitoreo de los Recursos Genéticos Forestales, Café y Cacao del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales del Ministerio de la Agricultura, donde se perfilaron los objetivos para garantizar de forma sistemática un adecuado control y conservación de los RGF.

Como resultado de esta investigación se logró obtener información cuantitativa, estadísticamente válida y confiable, acerca de la situación actual de los recursos, la cual fue almacenada y procesada en un documento en formato Excel, denominado Anexo I. RGFCC del INAF (Leyva, 2018), diseñado al efecto para el control automatizado de los registros que se iban obteniendo, logrando estandarizar la información a nivel de Institución.

Los datos actualizados se integran por territorios, lo cual es fundamental para favorecer procesos de revisión local sobre los recursos forestales con todos los implicados en este propósito. Los resultados finales se resumen en tablas donde se muestran las existencias iniciales y actuales de cada tipo de recurso (hasta diciembre de 2017), tanto en cantidad como en superficie, así como su porcentaje de conservación (Tablas 1-8).

Tabla 1. Recursos Genéticos Forestales de la UCTB Viñales

Recurso	Cantidad (U)			Superficie (ha)		
	Inicio	Actual	Porcentaje de conservación	Inicio	Actual	Porcentaje de conservación
P. de especies	8	4	50	13,20	2,50	19
P. de proced.	9	5	56	5,40	1,90	35
P. de progenies	28	15	54	53,90	28,30	53
B. clonales	5	4	80	13,30	7,60	57
H. semilleros	10	7	70	269,00	256,00	95
M. semilleras	4	4	100	37,00	37,00	100
Total	64	39	61	391,80	333,30	85

Tabla 2. Recursos Genéticos Forestales de la UCTB Itabo

<i>Recurso</i>	<i>Cantidad (U)</i>			<i>Superficie (ha)</i>		
	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de conservación</i>	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de conservación</i>
P. de especies	10	2	20	11,99	1,20	10
P. de proced.	11	5	45	11,08	4,88	44
P. de progenies	3	0	0	2,80	0,00	0
H. semilleros	3	2	67	19,60	18,60	95
M. semilleras	4	4	100	0,70	0,70	100
Total	31	13	42	46,17	25,38	55

Tabla 3. Recursos Genéticos Forestales de la UCTB Topes de Collantes *

<i>Recurso</i>	<i>Cantidad (U)</i>			<i>Superficie (ha)</i>		
	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de conservación</i>	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de conservación</i>
P. de especies	7		0	17,10		0
P. de proced.	7		0	8,50		0
P. de progenies	4		0	3,25		0
Total	18	0	0	28,85	0,00	0

Tabla 4. Recursos Genéticos Forestales de la UCTB Placetas

<i>Recurso</i>	<i>Cantidad (U)</i>			<i>Superficie (ha)</i>		
	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de conservación</i>	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de conservación</i>
P. de especies	6	0	0	8,00	0,00	0
P. de procedencias	2	1	50	1,17	0,67	57
P. de progenies	2	1	50	6,03	1,83	30
P.C. proc./progenie	1	1	100	0,59	0,59	100
Banco clonal	2	1	50	2,40	0,40	17
Huerto semillero	4	1	25	3,30	1,50	55
M. semilleras	9	6	67	42,18	31,40	74
Total	26	11	42	63,67	36,39	57

Tabla 5. Recursos Genéticos Forestales de la UCTB Camagüey

<i>Recurso</i>	<i>Cantidad (U)</i>			<i>Superficie (ha)</i>		
	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de conservación</i>	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de conservación</i>
P. de especies	6	0	0	6,60	0,00	0
P. de procedencia	2	0	0	29,00	0,00	0
P. de progenies	1	1	100	3,00	3,00	100
H. semillero	4	4	100	1,74	1,74	100
M. semilleras	8	8	100	17,30	17,30	100
Total	21	13	62	57,64	22,04	38

Tabla 6. Recursos Genéticos Forestales de la UCTB Guisa

<i>Recurso</i>	<i>Cantidad (U)</i>			<i>Superficie (ha)</i>		
	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de conservación</i>	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de conservación</i>
P. de especies	7	4	57	15,00	9,80	65
P. de procedencias	12	3	25	10,70	1,80	17
P. de progenies	5	1	20	8,10	1,50	19
Banco clonal	5	4	80	11,30	8,80	78
Huerto semillero	7	6	86	30,30	20,30	67
M. semilleras	1	1	100	0,50	0,50	100
Total	37	18	49	75,90	41,20	54

Tabla 7. Recursos Genéticos Forestales de Pinares de Mayarí*

<i>Recurso</i>	<i>Cantidad (U)</i>			<i>Superficie (ha)</i>		
	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de Conservación</i>	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de conservación</i>
P. de especies	3			5,30		
P. de procedencias	2			3,10		
P. de progenies	6			8,30		
Banco clonal	3			9,60		
H. semillero	1			20,00		
Total	15	0	0	46,30	0,00	0

Tabla 8. Recursos Genéticos Forestales de Baracoa

<i>Recurso</i>	<i>Cantidad (U)</i>			<i>Superficie (ha)</i>		
	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de Conservación</i>	<i>Inicio</i>	<i>Actual</i>	<i>Por ciento de Conservación</i>
P. de especies	5	2	40	9,20	1,50	16
P. de procedencia	5	0	0	13,40	0,00	0
P. de progenies	6	0	0	4,80	0,00	0
Banco clonal	1	0	0	1,20	0,00	0
H. semillero	1	0	0	4,00	0,00	0
Total	18	2	11	32,60	1,50	5

* No han sido inventariados por no formar parte del INAF.

Análisis de la conservación de los RGF por UCTB

Teniendo en cuenta los valores totales por UCTB, se realizó un análisis en cuanto a sus respectivos niveles de conservación, tanto en cantidad de recursos como en superficie

ocupada por estos (Fig. 1). La UCTB con mayor conservación es Viñales con el 61 % en cantidad de recursos y 85 % en superficie, por ser la que mayor número de recursos posee y contar con el

mayor huerto semillero del país (Malas Aguas), siendo Baracoa la que menor porcentaje tiene con el 11 % en cantidad y el 5 % en superficie, por ser la más afectada por los eventos meteorológicos.

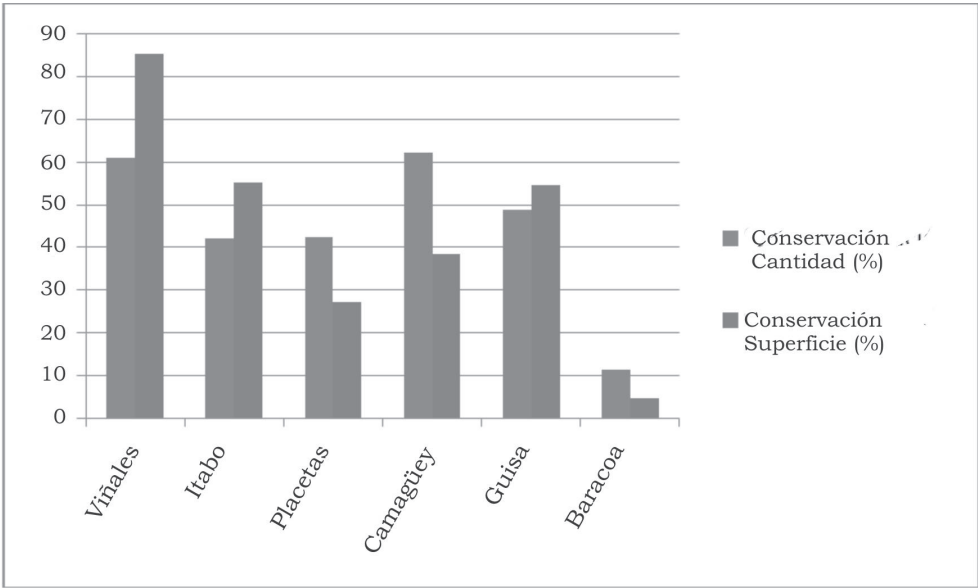


Figura 1. Análisis comparativo por UCTB del porcentaje de conservación en cantidad y superficie.

Consolidando la información de los datos reflejados en las tablas de las unidades de base, se confeccionó un resumen de los RGF del INAF. En sentido general se observa que el mayor

porcentaje de recursos conservados está en las masas y huertos semilleros, y las pruebas de especies y de procedencias han sido las más afectadas (Tabla 9).

Tabla 9. Resumen de Recursos Genéticos Forestales del INAF hasta 2017

Recurso	Cantidad (U)			Superficie (ha)		
	Inicio	Actual	Porcentaje de conservación	Inicio	Actual	Porcentaje de conservación
P. de especies	52	12	23	86,39	15,00	17
P. de procedencias	50	14	28	82,35	9,25	11
P. de progenies	55	18	33	90,18	34,63	38
P. de proc./progenies	1	1	100	0,59	0,59	100
Bancos clonales	16	9	56	37,8	16,8	44
H. semilleros	30	20	67	347,94	298,14	86
M. semilleras	26	23	88	97,68	86,9	89
Total	230	97	42	742,93	461,31	62

El porcentaje de conservación total es bajo, tanto en cantidad (42 %) como en superficie (62 %), lo cual implica una significativa reducción de la diversidad de la población base para posteriores programas de mejoramiento genético, con un creciente riesgo de que los efectos de la consanguinidad incidan luego sobre los resultados, así como de la disponibilidad de semillas de calidad destinadas a los planes de reforestación nacionales y a la exportación.

Plan de medidas para la conservación de los RGF

En el plan de desarrollo económico y social hasta 2030, el cuarto objetivo específico del eje estratégico “recursos naturales y medio ambiente” establece “proteger la biodiversidad y utilizar de forma sostenible los bienes y servicios de los ecosistemas y el patrimonio natural del país”, y los recursos genéticos forestales forman parte indisoluble de esa biodiversidad que todas las entidades nacionales están obligadas a proteger, en los niveles que correspondan, desde la proyección institucional hasta la implementación en las unidades de base. Las medidas que se exponen a continuación constituyen un mecanismo de intervención realista y efectivo para dar respuesta a los principales problemas identificados.

Medidas institucionales

Capacidad institucional

Resulta de trascendental importancia destinar financiamiento y designar personal capacitado de forma permanente para atender la actividad y coordinar acciones específicas encaminadas a lograr resultados perceptibles.

Implementación de un programa de monitoreo

En la medida en que pasa el tiempo se producen afectaciones en las áreas de conservación que hacen que estas disminuyan en cantidad y calidad. Por ello es necesario realizar periódicamente el monitoreo utilizando tanto controles físicos como imágenes satelitales.

Actualización y conservación de la base documental

La actualización y conservación de la base documental se considera parte de la conservación del recurso; implica en primer lugar digitalizar todos los documentos relacionados con la acti-

vidad, sobre todo los expedientes en los cuales se reflejan todas las labores efectuadas.

Creación de capacidades

Incrementar y perfeccionar la capacitación del personal relacionado con la actividad de conservación en todas las instancias a través de cursos, talleres, eventos nacionales e internacionales, así como mediante la realización de maestrías y doctorados en esta especialidad.

Creación de base legal

La actividad de conservación debe disponer de instrumentos legales que garanticen su seguridad jurídica, a través de la elaboración de un Proyecto de Regulaciones para la reproducción, manejo y conservación de los recursos genéticos forestales.

Medidas en las UCTB

Delimitación e identificación de las áreas

Las áreas experimentales donde se encuentran los recursos, deben estar cercadas e identificadas.

Protección contra incendios

Alrededor de los rodales se deben limpiar cortafuegos apropiados. Durante la estación seca o cuando existe riesgo de incendios los cortafuegos deben mantenerse libres de vegetación.

Protección contra plagas y enfermedades

El control fitosanitario debe efectuarse periódicamente. Si se identifica un ataque que pueda amenazar la supervivencia del rodal, deben iniciarse medidas de protección siguiendo el mejor método comprobado localmente.

Protección contra talas ilegales

Se debe estrechar la colaboración con los Servicios Estatales Forestales municipales y el Cuerpo de Guardabosques, ajustado a las características particulares de cada territorio.

Tratamientos silvícolas

Los tratamientos silvícolas son especialmente importantes para los rodales de conservación *ex situ* porque el potencial reproductivo de la especie puede depender del mismo.

Conservación de semillas

Habilitar cámaras refrigeradas para la conservación, intercambio y comercialización de

semillas y establecer convenios con bancos de germoplasma para la preservación de semillas forestales a corto, mediano y largo plazo.

CONCLUSIONES

- La institución cuenta con una línea base sobre la situación hasta 2017 de los recursos fitogenéticos que custodia.
- El resultado del inventario permitió conocer la situación actual de los recursos genéticos forestales custodiados por el INAF, demostrando que se ha perdido hasta la fecha el 58 % en cantidad y el 41 % en superficie del total de las áreas establecidas debido a diferentes factores.
- Se confeccionó un plan de medidas para garantizar la conservación de los RGF.
- Los datos obtenidos con esta investigación proporciona las bases y facilita un enfoque replicable a utilizar en ciclos subsiguientes de seguimiento, al proporcionar medios cuantificables para garantizar el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos en materia forestal y ambiental, como evaluar las tendencias en el logro de las metas nacionales de diversidad biológica y la contribución a las Metas de Aichi, aprobadas en el marco del CDB.
- Permite difundir, compartir y publicitar la información, de manera que permita fortalecer

la toma de conciencia sobre la importancia de minimizar las causas de la pérdida de biodiversidad en los RGF.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Brito, A. 2002. Informe Final del Proyecto: "Conservación de los recursos fitogenéticos y la biodiversidad forestal". Instituto de Investigaciones Agroforestales. 12 p.
- FAO. 2007. Informe Nacional sobre los Recursos Fitogenéticos para Alimentación y la Agricultura. 96 p.
- FAO. 1995. Informe nacional para la conferencia técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos Fitogenéticos. 96 p.
- Hechavarría, O. 2013. Estrategia de trabajo para la conservación de los recursos genéticos. La Habana. Instituto de Investigaciones Agroforestales. 2 p.
- Hechavarría, O., Manzanares, K. 2016. Primer Informe Nacional sobre los Recursos Genéticos Forestales hasta 2012. La Habana. Instituto de Investigaciones Agroforestales. 261 p.
- Jara, L. 1995. Mejoramiento Forestal y Conservación de Recursos Genéticos Forestales. Costa Rica. CATIE. 156 p.
- Leyva Hernández, A. 2016. Informe de desempeño de la actividad de conservación de los Recursos Genéticos Forestales por el INAF. La Habana. Instituto de Investigaciones Agroforestales. 6 p.
- Leyva Hernández, A. 2018. Informe Técnico Anual de Proyecto 1046. La Habana. Instituto de Investigaciones Agroforestales. 13 p.
- MINAG. 2014. Programa de semillas forestales. La Habana. Ministerio de la Agricultura. 25 p.
- Naciones Unidas. 1992. Convenio sobre Diversidad Biológica. 42 p. Disponible en: www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1994-ley165-1994.pdf. Consultado: 2016.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Amarilys Leyva Hernández

Ingeniera Forestal, se desempeña como especialista en Conservación de Recursos Genéticos Forestales en el Grupo de Medio Ambiente del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Es autora de varios Informes relacionados con su especialidad. Ha participado en eventos nacionales y en programas de colaboración.

EMPLEO DE LA MICRORRESINACIÓN PARA LA SELECCIÓN PRELIMINAR DE GENOTIPOS DE ALTA PRODUCTIVIDAD EN *PINUS CUBENSIS* GRISEB

USE OF MICRORESINATION FOR THE PRELIMINARY SELECTION OF HIGH PRODUCTIVITY GENOTYPES IN *PINUS CUBENSIS* GRISEB

ING. PEDRO SOTOLONGO-BORGES^{1†}, DR. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO² Y TÈC. JOSÉ A. FRÓMETA-ISAAC¹

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Carretera Paso de Cuba, Baracoa, Guantánamo, Cuba

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigaciones e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, archie@forestales.co.cu

RESUMEN

En Baracoa, Guantánamo, fue comparado el rendimiento de resina de *Pinus cubensis* Griseb, empleando dos métodos: picas descendentes con canal central y microrresinación, utilizando 25 árboles de 21 años de edad. Se empleó el coeficiente de correlación de rangos de Spearman para la relación entre ambos métodos, se obtuvo el modelo lineal por rangos que describió esa relación, se contrastaron las medias por método y el coeficiente de regresión mediante la prueba *t* de Student y el modelo mediante el análisis de varianza. Todos los contrastes realizados indicaron que la microrresinación es un método apropiado para evaluaciones preliminares con vistas a seleccionar genotipos de alta productividad en esta especie, pero la diferencia de rendimientos entre los extremos este y oeste de la distribución natural de *P. cubensis* en la región nororiental de Cuba sugiere validar sus resultados en otros ambientes previo al empleo generalizado de estos resultados.

Palabras claves: mejoramiento genético, resina, *P. cubensis*.

ABSTRACT

Resin yield of *Pinus cubensis* Griseb was compared using two methods in Baracoa, Guantánamo, using 25 trees of 21 years old: descending tapping with central canal and micro-tapping. Spearman's rank correlation coefficient was used to relate both methods; the rank lineal model was obtained to describe the relation between the methods; mean values of each method and regression coefficients were contrasted using Student's *t* test, while the model was contrasted using the analysis of variance. All contrasts point out that micro-tapping is a proper method to do preliminary evaluations in order to select genotypes of high resin productivity with that species but, the difference in resin yields between Eastern and Western natural distribution of *P. cubensis* in the Northwest region of Cuba suggest that, it is necessary to verify those results in other environments before a generalized use of them.

Key words: genetic improvement, resin, *P. cubensis*.

INTRODUCCIÓN

Pinus cubensis Griseb es la segunda especie en importancia para la que el Grupo Empresarial Agroforestal (GAF) ha demandado la preparación de un programa de mejoramiento genético destinado a la producción principal de madera en rollo que cuente con la selección de árboles plus, establecimiento de pruebas de progenies

y huertos semilleros de hasta 1,5 generación (Delgado *et al.*, inédito).

Las investigaciones relacionadas con la resinación de *P. cubensis* fueron interrumpidas desde la década de los noventa del siglo XX debido a la situación económica enfrentada por el país, y hasta mediados de la segunda década del siglo XXI

esta especie contó con un programa multipropósito madera-resina de mejoramiento genético establecido en Pinares de Mayarí, Holguín, con un centenar de árboles plus, varios bancos clonales, pruebas de procedencias y de progenies por libre polinización (medios hermanos), así como un huerto semillero clonal de primera generación ya en producción, disponiendo de evaluaciones de procedencias (Mercadet *et al.*, 2001), familiares y de interacción genotipo x ambiente, con las que se alcanzaron estimaciones de heredabilidad en sentido amplio, estricto e individual, de ganancia genética y de respuesta a la selección (Sotolongo *et al.*, 1990; Álvarez y Montalvo, 1990; 1991).

Sin embargo, en 2017, a su paso por Cuba, un huracán destruyó todas las áreas experimentales del programa, por lo que para dar respuesta a la demanda del GAF será preciso reiniciarlo, y para ello ha sido formulado un nuevo esquema de mejora que considera toda la información y experiencia acumulada (Delgado *et al.*, inédito), reclamando además recuperar toda información relevante para tal objetivo.

En tal sentido, la evaluación de genotipos con fines de selección es una actividad de suma importancia, ya que de su calidad dependerá en gran medida el resultado de todo el programa de mejora. Estas evaluaciones, ya sea para caracteres cuantitativos como cualitativos, son económicamente costosas, lentas y requieren mucho esfuerzo en experimentos extensos, en especial para la medición de altura, lo cual fue señalado por Eldridge desde 1973 y reafirmado más tarde por Mesen (1985).

La producción y el rendimiento de resina en coníferas con fines de selección presentan aun mayores dificultades, pues el método comercial de extracción es la pica descendente con canal central que, además de un cuidadoso proceso de preparación del árbol, incluye la realización de cortes cada tres o siete días (Mesa, 2015) durante al menos 10 ocasiones (Álvarez, 1984).

Para obviar estas dificultades se han elaborado distintos métodos de microrresinación o métodos rápidos, entre los que están las micropicas circulares, empleando tubos plásticos o jeringuillas de cristal para coleccionar la resina, o cuadradas con canaletas y recipientes plásticos, los que se emplean cuando los árboles son jó-

venes, se dispone de poco tiempo para evaluar o cuando se pretende realizar evaluaciones preliminares para reducir la cantidad de árboles a resinar con el método comercial.

La microrresinación con tubos plásticos se empleó con éxito en la Unión Soviética en *P. sylvestris* (Álvarez, 1984), pero aplicado a *P. caribaea* var. *caribaea* no obtuvo resultados similares (Álvarez, com. pers., 1992) al comparar sus resultados con la resinación comercial.

El presente trabajo ofrece los resultados de la evaluación de la correspondencia entre el método de resinación comercial y el de micropica circular en *P. cubensis*, tanto para la producción como para el rendimiento de resina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó una muestra de 25 árboles en una plantación de 21 años de edad, establecida sobre un Ferralsol (suelos muy alterados, con baja capacidad de retención de nutrientes; Gardi *et al.*, 2014) con topografía montañosa, a 120 msnm, ubicada en Paso de Cuba, Baracoa, Guantánamo, con un clima caracterizado por 25,2 °C de temperatura media anual¹ y 1993,8 mm de lluvia anual. El diámetro normal medio de los árboles fue 22,8 cm, con un coeficiente de variación del 8,9 %.

Por la cara norte de cada árbol, a 1,30 m sobre el suelo, se realizó la resinación por el método comercial (Fig. 1), efectuándose 10 picas a intervalos de tres días y por la cara sur; los mismos días de las picas se hizo un corte circular de 5 mm de diámetro a una profundidad de 4-5 mm en la madera, insertando en cada uno de ellos un tubo plástico de igual diámetro. La producción de resina exudada por las picas fue pesada tres días después de realizarlas, mientras que la longitud del tubo ocupada por la resina fue medida 24 h después de colocarlo.

Del total de 250 observaciones previstas por método solo fueron realizadas 219 debido a la pérdida de algunos pots colectores durante el período de trabajo.

Con los datos por pica y tubo fueron calculados los promedios de producción por árbol y para el cálculo de los rendimientos; en el caso de

¹ Datos de la Estación Meteorológica de Jamal, Baracoa, Guantánamo. Instituto de Meteorología, Citma.

la resinación comercial fueron convertidos los valores a g/m-cara (Mesa, 2015), mientras que en el caso de la microrresinación los valores fueron ponderados respecto al diámetro normal.



Figura 1. Sistema comercial de resinación (Mesa, 2015).

Sendas pruebas de bondad de ajuste de los datos de producción y rendimiento demostraron que no se distribuían de acuerdo con la curva normal, por lo que fueron ordenados en rangos

para ambos métodos, según sugiere Yamane (1970), y se calculó el coeficiente de correlación de rangos de Spearman (r_s) (Siegel, 1987).

Los valores de correlación fueron contrastados contra los valores teóricos para este estadígrafo y por ser la cantidad de datos pareados mayor que 10, para contrastar los coeficientes de correlación y el coeficiente de regresión, se utilizó el método de muestras grandes para el estadígrafo t de Student, calculando además el coeficiente de determinación del modelo.

La validez del modelo de regresión lineal fue demostrada mediante el empleo del análisis de varianza.

Para todas las pruebas estadísticas para los contrastes fue empleada una probabilidad de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contraste del coeficiente de correlación de Spearman entre ambos métodos, tanto para la producción como para el rendimiento de resina, demostró la existencia de una correspondencia entre sus resultados, tanto en distribución como en valores promedio (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de la comparación pareada de los métodos mediante r_s

Variable	r_s calc.	Signif.	t calc.	Signif.
Producción	0,5563	*	3,21	*
Rendimiento	0,6340	*	3,93	*

Los modelos de regresión lineal simple ($Y = a + bX$) para producción y rendimiento, utilizando la microrresinación (MR) como variable predictora de la resinación comercial (RC), se presentan en las expresiones [1] y [2]:

$$\text{Prod}_{RC} = 5,7700 + 0,5582 \text{ Prod}_{MR} \quad [1]$$

$$b: t_{\text{calc.}} = 3,210 \text{ Prob.} = 0,0039$$

$$ES_{MR} = 0,1732 \text{ } r^2 = 30,9 \%$$

$$\text{Rend}_{RC} = 4,9850 + 0,6165 \text{ Rend}_{MR} \quad [2]$$

$$b: t_{\text{calc.}} = 3,866 \text{ Prob.} = 0,0008$$

$$ES_{MR} = 0,1595 \text{ } r^2 = 39,39 \%$$

El análisis de varianza de la regresión para la producción alcanzó un valor de $F_{\text{calc.}} = 10,306$ ($\text{Prob.} = 3,882 E^{-03}$), mientras que para el ren-

dimiento fue $F_{\text{calc.}} = 14,948$ ($\text{Prob.} = 7,837 E^{-04}$), evidenciando la validez de ambos modelos.

Para la aplicación de estos resultados, mediante el desarrollo del modelo lineal obtenido para el rendimiento, es necesario conocer los valores extremos, entre los cuales este se produce, aspecto que fue reportado por Álvarez (1991), al realizar estudios sobre la variación temporal del rendimiento de esta especie en Baracoa (límite oriental) y en Pinares de Mayarí (límite occidental), pues presenta una estrecha distribución norte-sur (Tabla 2).

Los valores extremos en ambas localidades son marcadamente diferentes, ya que el rendimiento mínimo de Baracoa es casi igual al máximo de Mayarí, lugar donde el rendimiento promedio anual es 37 % inferior al de Baracoa.

La distribución longitudinal del área de los Pinares de esta especie acusa, además, la existencia de diferencias en las condiciones edafoclimáticas entre ambos extremos (Álvarez, 1991), las que pueden ser una de las causas que den lugar a esta variación en sus rendimientos de resina (Tabla 3), sin ignorar que Sotolongo (1990) comprobó la existencia de interacciones genotipo x ambiente entre procedencias de esta especie, originadas por los cambios de altitud, lo que también puede influir sobre la producción y el rendimiento de resina de genotipos seleccionados.

Tabla 2. Variación mensual de los rendimientos de resina de *P. cubensis* en los sitios extremos (E-W) de su distribución natural (Álvarez, 1991).

Mes	Mayarí	Baracoa	Media
Enero	104,08	151,27	127,68
Febrero	92,34	128,17	110,26
Marzo	97,80	157,82	127,81
Abril	102,46	148,31	125,39
Mayo	97,07	123,53	110,30
Junio	78,17	165,64	121,91
Julio	93,16	179,96	136,56
Agosto	127,00	179,87	153,44
Septiembre	97,37	188,78	143,08
Octubre	100,86	172,08	136,47
Noviembre	122,36	178,29	150,33
Diciembre	102,04	145,96	124,00
Valor mín.	78,17	123,53	110,26
Valor máx.	127,00	188,78	153,44
Media	101,23	159,97	130,60
E.S.	12,94	21,09	13,90

Tabla 3. Diferencias edafoclimáticas entre los límites E-W de la distribución natural de *P. cubensis*

Características	<i>P. Mayarí*</i>	<i>Baracoa</i>
Coordenadas geográficas	20°75' N	20°30' N
	75°48' W	74° 25' W
Altitud (m)	620	120
Temp. media anual (°C)	21,8	25,2
Pluv. media anual (mm)	1 617	1 993,8
Topografía	Llana	Montañosa
Suelo	Ferrítico Rojo Purpúreo	Fersialítico Rojo Amarillento
Tipo de bosque	Artificial	Artificial
Edad (a)	20	21
Diámetro normal (cm)	23	23
Período de evaluación	enero/83-enero/87	

* Fuentes: Clima – Estac. Meteor. P. Mayarí, Inst. Meteorología; Edafología – Jiménez y Herrero (1984)

Por tales razones se consideró apropiado desarrollar el modelo de regresión obtenido solo para los pinares de Baracoa, sugiriendo la conveniencia de replicar esta investigación en las condiciones de Pinares de Mayarí para poder valorar si es o no factible establecer un modelo predictivo único de rendimiento para la especie.

Para las condiciones en que ocurren los pinares de Baracoa, el desarrollo del modelo permitió preparar una predicción del rendimiento comercial esperable entre 120 y 190 g/m-cara, a partir de los resultados de la microrresinación (Tabla 4).

Ello contribuiría a facilitar la evaluación rápida del potencial resinero de los árboles plus de *P. cubensis* seleccionados para el programa de mejoramiento genético de la producción de madera en rollo en el municipio de Baracoa, creando así condiciones para reactivar el programa multipropósito madera-resina que estuvo en desarrollo hasta mediados de la segunda década del siglo XXI.

Tabla 4. Predicción del rendimiento comercial a partir de los resultados de la microrresinación

MR (mm)	RC (g/mc)		MR (mm)	RC (g/mc)
185	119		245	156
190	122		250	159
195	125		255	162
200	128		260	165
205	131		265	168
210	134		270	171
215	138		275	175
220	141		280	178
225	144		285	181
230	147		290	184
235	150		295	187
240	153		300	190

MR: Microrresinación RC: Rendimiento comercial

CONCLUSIONES

- Se confirmó, a partir del rendimiento alcanzado con la microrresinación por pica circular, la posibilidad de estimar el rendimiento comercial de los árboles de *Pinus cubensis* Griseb resinados con picas descendentes con canal central en Baracoa, Guantánamo.
- La generalización de estos resultados a toda el área de distribución natural de la especie requiere efectuar investigaciones complementarias, dada la probada variación de los

rendimientos entre los extremos este y oeste de la región nororiental de Cuba.

BIBLIOGRAFÍA

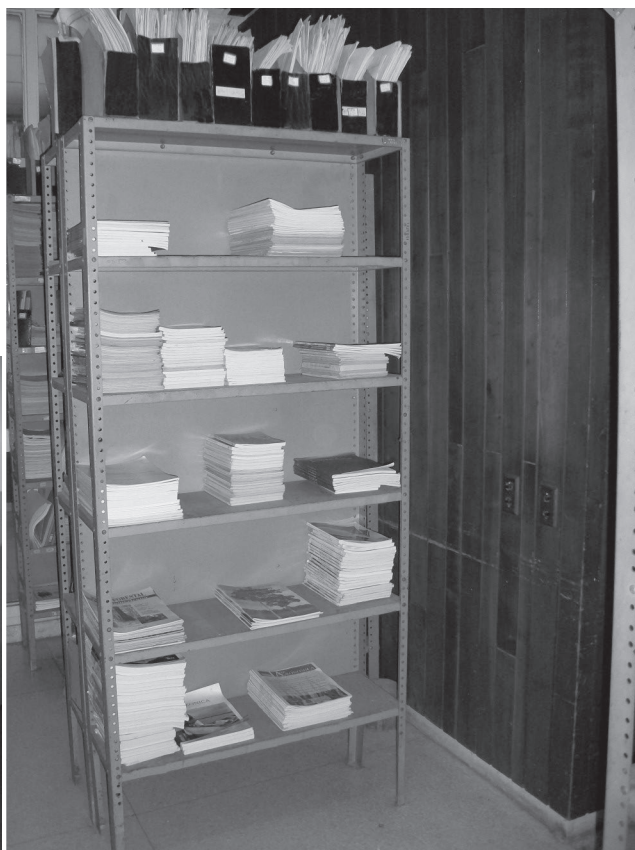
- Álvarez, A. 1984. Investigaciones para el establecimiento de plantaciones resineras de alta productividad con *Pinus caribaea* var. *caribaea*. 120 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad Técnica, Dresde, Alemania.
- Álvarez, A. 1991. Variaciones mensuales de los rendimientos en las especies del género *Pinus* resinadas en Cuba. Boletín Técnico Forestal (CU) 9(2): 45-53.
- Álvarez, A., Montalvo, J.M. 1990. El mejoramiento genético de *Pinus cubensis*. I. Estimaciones de heredabilidad y ganancia genética para la producción de madera. Revista Forestal Baracoa (CU) 20(2): 31-42.
- Álvarez, A., Montalvo, J.M. 1991. El mejoramiento genético de *Pinus cubensis*. II. Evaluación de diferentes alternativas para el aumento de la producción de madera. Revista Forestal Baracoa (CU) 21(2-3): 57-68.
- Delgado, M., Álvarez, A., et al. Inédito. Programa de mejoramiento genético forestal de Cuba. Instituto Investigaciones Agro-Forestales. La Habana, Cuba. 300 p.
- Eldridge, K. 1973. Normas mínimas para evaluar pruebas de progenies de *Pinus radiata*. IUFRO S2.03.1. 4 p.
- Gardi, C., et al. (eds). 2014. Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995 Luxembourg. 176 p.
- Jiménez, M., Herrero, J.A. 1984. Valoración preliminar de la influencia de los fertilizantes minerales en el crecimiento y desarrollo en una plantación de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Revista Forestal Baracoa (CU) 14(2): 7-24.
- Mesa, M. 2015. Guía técnica: Tecnología de resinación. La Habana. Instituto Investigaciones Agro-Forestales. Cuba. 75 p.
- Mercadet, A., et al. 2001. Introducción de especies y procedencias en Cuba: Resultados de la investigación y proyecciones. Recursos Genéticos Forestales 29: 15-18.
- Mesen, F. 1985. Informe sobre el curso de capacitación y la conferencia IUFRO sobre mejoramiento genético de especies forestales. Costa Rica. CATIE. 30 p.
- Siegel, S. 1987. Diseño experimental no paramétrico. Instituto Cubano del Libro. Editorial Revolucionarias. p. 233-245.
- Sotolongo, P., et al. 1990. Estudio de interacción genotipo-ambiente en pruebas de procedencias de *P. cubensis*. Boletín Técnico Forestal (CU) 8(2): 23-25.
- Yamane, T. 1970. Statistics: An Introductory Analysis. Instituto Cubano del Libro. Editorial Revolucionarias. p. 431-487.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Arnaldo Álvarez Brito

Graduado de Biólogo en la Universidad de La Habana, Cuba, recibió un adiestramiento en bioestadística y computación en el Instituto Forestal de Oxford, Reino Unido, y obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Forestales en la Universidad Técnica de Dresde, Alemania. Ha liderado proyectos de investigación sobre semillas, mejoramiento genético, conservación de recursos genéticos y cambio climático, así como programas de investigación sobre perfeccionamiento institucional y sobre el sector forestal, actuando como experto en estas disciplinas en diversas instancias. Fue autor contribuyente del Segundo Reporte del IPCC. Es miembro del Equipo Nacional de Cambio Climático y participó en la elaboración de la Primera y Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención de Cambio Climático.

Centro de Documentación José Gómez Ricaño



El Centro de Documentación José Gómez Ricaño, del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, fue creado en 1970 especializado en la rama forestal. Atesora miles de documentos: libros, publicaciones periódicas, folletos, separatas, tesis de grado, informes y obras de referencia del ámbito nacional e internacional.

Su misión es satisfacer las necesidades de información de nuestros usuarios/clientes, orientando y facilitando el acceso al acervo científico y especializado producido en Cuba y en otras partes del mundo.

Brinda servicios y productos informativos de alta calidad, con valor agregado, cuya finalidad fundamental es satisfacer las necesidades informativas a investigadores, especialistas, técnicos, productores, estudiantes y dirigentes del sector silvícola.

Sus servicios abarcan:

- Préstamo interno.
- Préstamo externo.
- Préstamo interbibliotecario.
- Búsqueda de información manual y automatizada.
- Búsqueda a través de internet
- Disseminación selectiva de la información.
- Digitalización de documentos.
- Canje nacional e internacional.
- Exposición de novedades.
- Venta de publicaciones.

Y entre sus productos:

- *Revista Forestal Baracoa* (impresa y electrónica).
- Boletines: Bolforest, Novedades , Boletín Para Directivos.
- Libros, Manuales Técnicos, Plegables, Folletos.

PROYECCIÓN DEL BALANCE NETO DE EMISIONES DEL SECTOR FORESTAL HASTA 2030

PROJECTION OF THE NET BALANCE SHEET OF FOREST SECTOR UNTIL 2030

DR. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO, DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO Y M.Sc. YOLANIS RODRÍGUEZ-GIL

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Investigación e Innovación Tecnológica.
Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, archie@forestales.co.cu

RESUMEN

La proyección del balance neto de emisiones del sector forestal cubano en 2030 ha sido evaluada mediante dos formas: considerando la tendencia histórica de los balances entre 1990-2014 y valorando la resultante entre emisiones y remociones, calculando las últimas de dos formas (a partir de la tendencia histórica del cambio de superficie cubierta por bosques y de la tendencia del aumento de biomasa). Tanto la tendencia histórica de los balances como la evaluación en base a superficie cubierta presentaron resultados constantes a partir de 2025-2030, mientras que el empleo del aumento de biomasa demostró que aunque en 2030 la superficie forestal del país quede cubierta, las remociones de carbono atmosférico continuarán aumentando por el incremento de la biomasa forestal.

Palabras claves: balance neto de emisiones, sector forestal, proyección 2030.

ABSTRACT

The projection of the net balance of emissions of the Cuban forest sector in 2030 has been evaluated by means of two forms: Considering the historical tendency of the balances among 1990-2014 and, valuing the resultant between emissions and removals, calculating the last in two ways (starting from the historical tendency of the change of covered surface for forests and, starting from the tendency of the increase of biomass). So much the historical tendency of the balances like the evaluation based on covered surface presented constant results starting from 2025-2030, while the employment of the increase of biomass demonstrated that although in 2030 the forest surface of the country is covered, the removals of atmospheric carbon will continue increasing for the increment of the forest biomass.

Words keys: net balance of emissions; forest sector; projection 2030.

INTRODUCCIÓN

El Sector Forestal nacional ha sido tomado en consideración en todos los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) realizados bienalmente entre 1990 y 2014 (López *et al.*, 2007; Valdés *et al.*, 2012 y 2013); los análisis correspondientes al período 1990-1998 fueron realizados por el Instituto de Meteorología, mientras que a partir de 2000 y hasta el presente, han estado a cargo del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, encontrándose en preparación el informe de 2016 como parte de la Tercera Comunicación Nacional a la Convención de Cambio Climático.

En el contexto internacional la Conferencia de las Partes realizada en Francia (2015) estableció un punto de cambio al adoptar como parte del Acuerdo de París (Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC, 2015)), la decisión de extender a todas las Partes, es decir, tanto a países desarrollados como en vías de desarrollo, el establecimiento de Compromisos Nacionalmente Determinados (NDC, por sus siglas en inglés) para la mitigación del cambio climático de acuerdo a lo que cada Parte decidiera, con un marco temporal que alcanzara hasta 2030, decisión que

estuvo complementada por el reforzamiento del sistema de control de las emisiones de GEI, de manera tal que cada cuatro años se emita un Inventario de Emisiones y dos años después de cada inventario, un Reporte Bienal Actualizado.

Estos cambios han determinado no solo la creación de un equipo que permanentemente esté dedicado a la preparación de los informes sobre las emisiones, sino también al establecimiento de una proyección sobre cómo se espera que sea el comportamiento de las emisiones hasta 2030, aspecto para el que se hace obligatorio, en el caso del Sector Forestal, tomar en consideración, además de la tendencia histórica de los balances netos de carbono, los compromisos incluidos en la NDC presentada por Cuba a la Convención (República de Cuba, 2015) y la proyección de desarrollo hasta 2030 preparada por el Grupo Empresarial Agroforestal (García y Zamora, 2017), aspectos que de conjunto constituyeron el objetivo de la presente investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El balance neto de carbono del Sector Forestal hasta 2030 fue calculado en dos formas:

1. Considerando su tendencia histórica durante el período (1990-2014) (Mercadet y Álvarez, 2017), extrapolándola hasta 2030, tomando en cuenta la superficie forestal por cubrir en el país al término de 2017 (236,13 kha) Dirección Forestal, Flora y Fauna Silvestres (DFFFS, 2018)).
2. Como la resultante entre remociones y emisiones de carbono:
 - a) Las remociones de carbono fueron calculadas de dos formas:
 - A partir de la tendencia histórica del cambio de superficie cubierta y su relación con la remoción de carbono.
 - A partir de la tendencia histórica de aumento de biomasa y su relación con la remoción de carbono.Tanto para la superficie cubierta como para la biomasa, la tendencia de la variación bienal fue establecida para el período 1998-2014.Los aumentos bienales utilizados para el cálculo de las remociones desde 2016 hasta 2030 fueron extrapolados a partir

de los reportados para el período 2014-2016, considerando la limitada superficie de área forestal restante por cubrir en el país.

- b) Las emisiones de carbono fueron calculadas a partir de la tendencia histórica de cambio de la extracción de madera y su relación con las emisiones.

Para determinar la variación futura de las extracciones en 2030 fue utilizada la proyección del Programa de Desarrollo hasta 2030 del GAF (García y Zamora, 2017).

En ambos casos los balances del período 1990-2016 fueron calculados empleando las Direcciones Revisadas de 1996 (IPCC, 1996), pero excluyendo de ellos los aportes a las remociones de carbono de las áreas de frutales, mientras que los análisis tendenciales y las relaciones entre variables fueron obtenidas empleando las regresiones lineal simple y cuadrática del sistema de análisis de datos de Excel, con una probabilidad de 0,05.

En el Compromiso Determinado Nacionalmente presentado por Cuba a la CMNUCC, el único aspecto de relevancia para las estimaciones futuras del balance de emisiones es la construcción y puesta en marcha, entre 2018 y 2027, de 19 bioeléctricas anexas a los centrales azucareros para generar 755 MW con biomasa cañera y forestal.

Lo anterior requeriría dedicar a esa actividad 131,5 Mha de bosques capaces de entregar anualmente 2215,8 Mt de biomasa en un ciclo de rotación de ocho años. Sin embargo, este proceso industrial constituye un ciclo cerrado de remoción-emisión de carbono con un balance cero, razón por la cual no fue considerado en los cálculos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Cálculo del balance neto hasta 2030 a partir de su tendencia histórica (1990-2014), considerando la superficie restante por reforestar en 2017

Los resultados indican (*Fig. 1*; Equipo Técnico de Gases de Efecto Invernadero (ETGEI, 2018)) que la remoción neta de CO₂ atmosférico alcanzaría ya en 2025 unos 24 millones de tonela-

das, valor en el que se estabilizaría porque el área forestal estaría totalmente cubierta y las extracciones anuales de biomasa serían compensadas por la reforestación de las áreas en el plazo máximo de un año.

Este resultado es consecuencia de la metodología de cálculo utilizada (propuesta por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC en inglés, 1996)), que basa la

determinación de las remociones de carbono en las variaciones de superficie cubierta por bosques, no considerando que aun cuando la superficie cubierta se mantenga constante, la biomasa forestal aumenta anualmente por el crecimiento y, en consecuencia, lo que realmente ocurre es que las remociones de carbono seguirán aumentando, aunque lo harían más lentamente que cuando además aumenta el área cubierta.

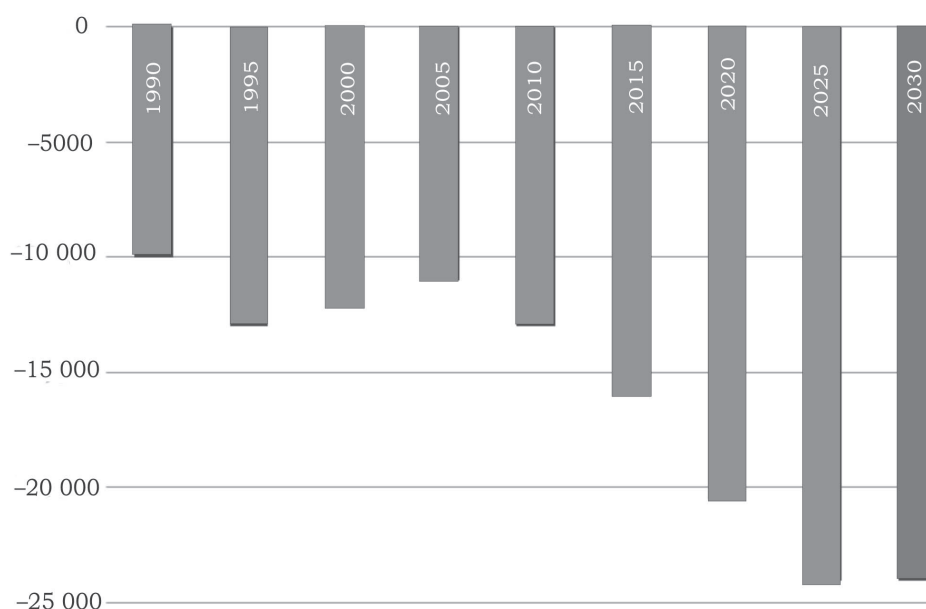


Figura 1. Proyección del balance de emisiones del Sector Forestal hasta 2030.

2. Cálculo del balance neto hasta 2030 como resultante entre remociones y emisiones

a) Remociones de carbono:

- A partir de la tendencia histórica de cambio del área cubierta

La tendencia bienal de cambio del área cubierta para el período 1998-2016 alcanzó un coeficiente de determinación del 92,30 % con un modelo lineal.

Cuando este modelo fue extrapolado hasta 2030 empleando el cambio bienal reportado para 2014-2016, fue obtenida la Fig. 2, donde se puede observar que en 2030 la superficie forestal por cubrir sería de 44,33 Mha, que quedaría totalmente reforestada dos años

después en 2032, y entonces el modelo de mejor ajuste cambió de lineal a uno de saturación, con un coeficiente de determinación del 97,73 %.

De forma similar, la relación entre la serie bienal de datos de superficie cubierta y los valores de remoción de carbono del período 1998-2016 alcanzó un coeficiente de determinación del 97,46 % con un modelo lineal, pero cuando este modelo fue extrapolado hasta 2030 la relación entre ambas variables cambió a una curva de saturación con coeficiente de determinación del 98,39 % (Fig. 3), donde se evidencia la estabilización de las remociones a partir de 2032 por la total cobertura del área forestal.

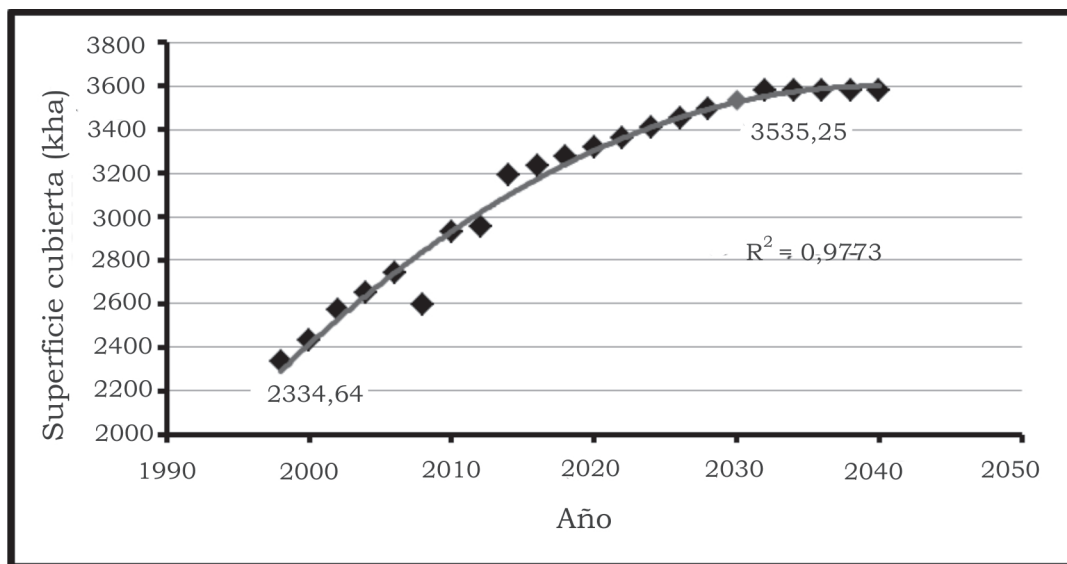


Figura 2. Variación bienal de la superficie cubierta hasta 2030.

- A partir de la tendencia histórica de aumento de la biomasa
La tendencia bienal de aumento de la biomasa para el periodo 1998-2016 alcanzó un coeficiente de determinación del 95,67 % con un modelo lineal. Cuando este modelo fue extrapolado hasta 2030 empleando el cambio bie-

nal reportado para 2014-2016, fue obtenida la Fig. 4, donde se puede observar que en 2030 la biomasa habrá aumentado en más de cinco millones de toneladas, y entonces el modelo de mejor ajuste cambió a uno cuadrático, con un coeficiente de determinación del 98,66 %.

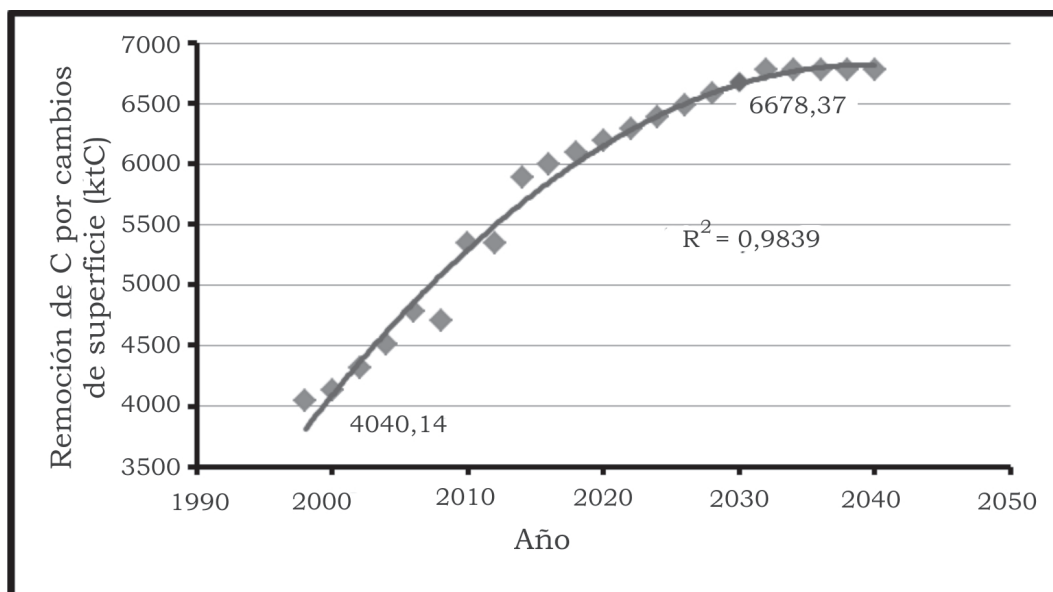


Figura 3. Variación bienal de las remociones de carbono como respuesta a las variaciones de superficie cubierta.

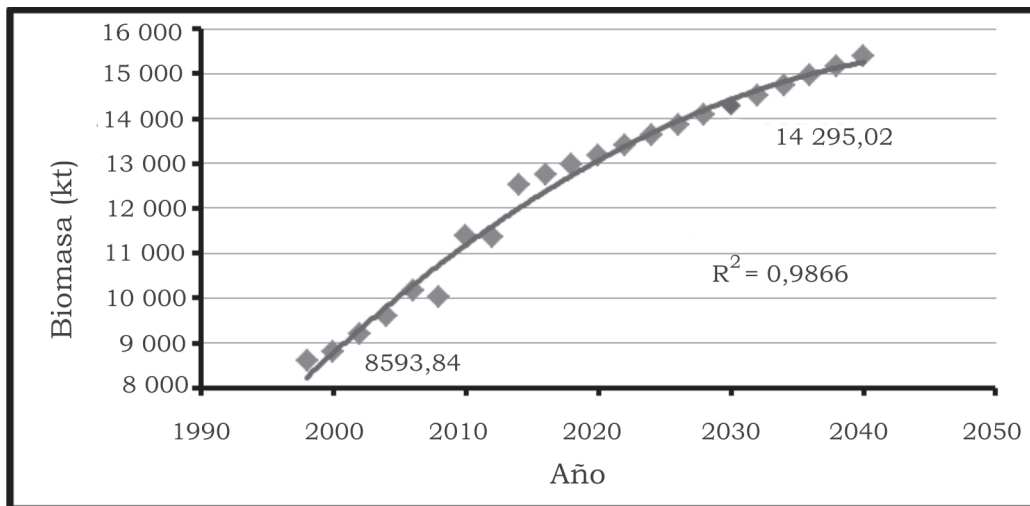


Figura 4. Variación bienal de la biomasa hasta 2030.

La relación entre la serie bienal de datos de aumentos de la biomasa y los valores de remoción del período 1998-2016 alcanzó un coeficiente de determinación del 99,99 % con un modelo lineal, pero cuando este modelo fue extrapolado hasta 2030, la relación entre ambas variables cam-

bió a una curva cuadrática con coeficiente de determinación del 98,63 % (Fig. 5), y se evidencia que a diferencia de lo ocurrido con la superficie cubierta, aunque existe una tendencia a la disminución de las remociones a partir de 2030, estas no alcanzan valor constante.

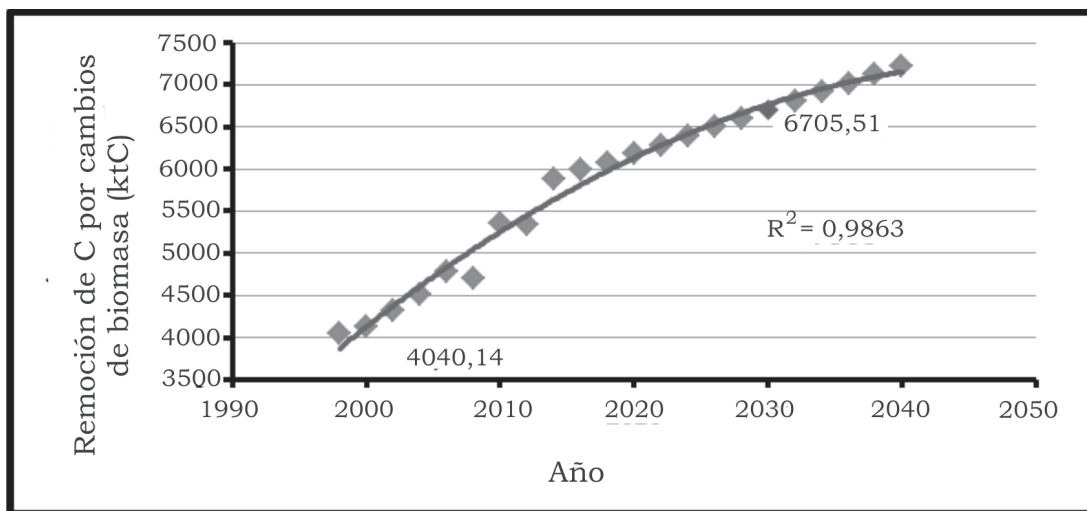


Figura 5. Variación temporal de las remociones de carbono como respuesta a las variaciones de biomasa.

b) Emisiones de carbono

La tendencia bienal de extracción de madera para el periodo 1998-2016 alcanzó un coeficiente de determinación del 84,49 % con un modelo lineal de pendiente negativa;

sin embargo, cuando las remociones de biomasa estimadas para 2030 fueron incluidas, el modelo cambió a uno cuadrático con coeficiente de determinación del 79,58 % (Fig. 6).

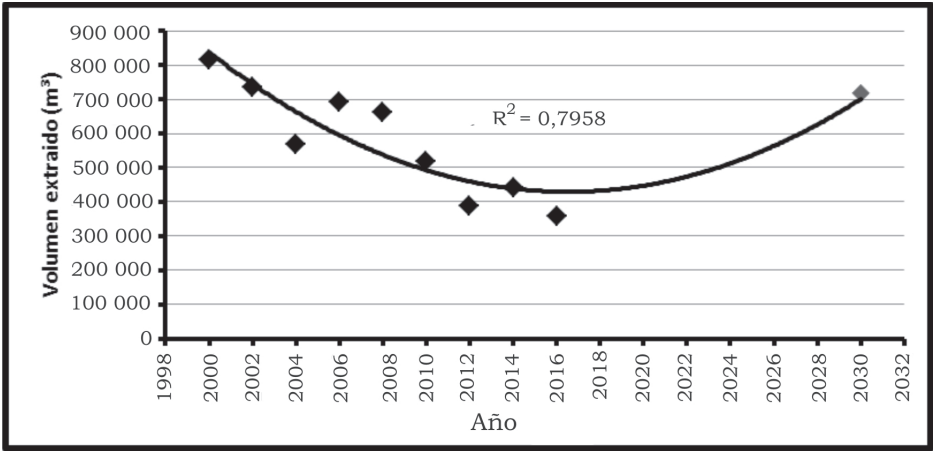


Figura 6. Variación bienal de las extracciones de madera.

c) Resultados del balance neto

Este resultado es homólogo al reportado por Etgei (2018) en el primer punto, pero empleando métodos diferentes para la determinación del balance de carbono.

La Fig. 7 muestra la diferencia en resultados esperables del balance de carbono cuando fueron utilizadas las dos formas para calcular las remociones (por superficie y por biomasa), con los volúmenes de madera previstos a extraer en 2030.

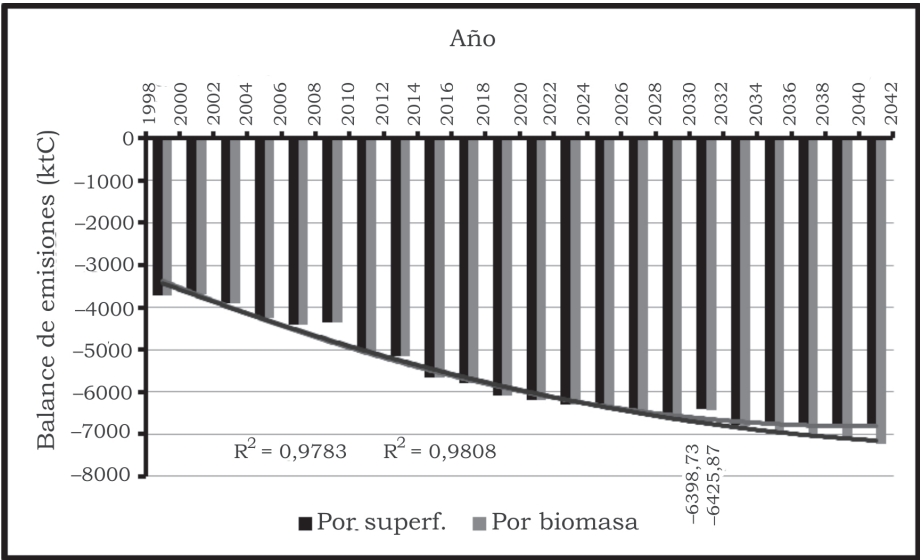


Figura 7. Resultados esperables del balance de carbono empleando ambos métodos de cálculo.

Ambas curvas alcanzaron alto coeficientes de determinación, pero mientras que la obtenida a partir de los cambios de superficie se mantiene constante a partir de 2034 (por alcanzarse la total cobertura del patrimonio), la derivada de los cambios de biomasa continúa aumentando como consecuencia de los incrementos de volumen de los bosques existentes, y en 2030 supera en 27,14 ktC al estimado obtenido a partir de los cambios de superficie cubierta.

La utilización en estos cálculos de las Directrices 2006 del IPCC introduciría aumentos en los resultados de los balances debido a que las estimaciones de las remociones adicionan, a diferencia de las Directrices 1996, el carbono retenido por la biomasa soterrada (raíces) de los bosques; sin embargo, el fundamento general de las determinaciones de las remociones también se basa en las superficies cubiertas por bosques y no en sus aumentos de biomasa, por lo que en la comparación de ambos métodos quizás disminuiría la magnitud de las diferencias, pero se ratificaría el reporte de un balance neto casi constante (solo alterado si el valor de las extracciones de madera cambia) a partir del comienzo de la década de los años treinta.

CONCLUSIONES

- En la estimación del balance neto de emisiones del Sector Forestal en 2030 quedó demostrada la limitación que introduce en el cálculo de las remociones de carbono el empleo de las Directrices 1996 y 2006 propuestas por el IPCC, cuando se alcanza la cobertura total del área forestal, y cómo esta puede ser superada utilizando, en lugar de las superficies cubiertas por bosques aplica-

da por el método de *ganancias y pérdidas*, los cambios de biomasa empleados por el método de *diferencia de existencias*.

- Para el caso particular de Cuba y considerando lo antes señalado, para 2030 se espera alcanzar un balance neto de emisiones por el Sector Forestal de -6425,87 ktC (-23561,52 ktCO₂).

BIBLIOGRAFÍA

- Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático – CMNUCC. 2015. Decisión CP.21: Acuerdo de París. 21^a Conferencia de las Partes, París, Francia. 40 p.
- Equipo Técnico de Gases de Efecto Invernadero – ETGEI. 2018. Proyección de los balances sectoriales de emisiones hasta 2030. Taller de Inicio de la Tercera Comunicación Nacional: Equipo Inventario – Mitigación. La Habana. Instituto de Meteorología. Cuba.
- Dirección Forestal. Flora y Fauna Silvestres. 2018. Actualización de la dinámica forestal del país al término de 2016. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba. Base de datos digital.
- García, J.M., Zamora, J.L. 2017. Programa de Desarrollo hasta 2030: Análisis de factibilidad. Grupo Agro-Forestal. La Habana, Cuba. 167 p.
- International Panel on Climatic Change. 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. I, II and III. IPCC, Sweden.
- International Panel on Climatic Change. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. IV. IPCC, Sweden.
- López, C., et al. 2007. Gases de Efecto Invernadero: Emisiones y Remociones. Cuba 1990-2002. ETGEI. La Habana. Instituto de Meteorología. Cuba. 27 p.
- Mercadet, A., Álvarez. 2017. Ajuste de los Balances Netos de Carbono del Sector Forestal para el Periodo 1990-2016 empleando factores nacionales de emisión. Informe al ETGEI. Instituto Investigaciones Agro-Forestales, La Habana, Cuba. 5 p.
- República de Cuba. 2015. Contribución Nacionalmente Determinada para el Acuerdo de París. La Habana, Cuba. 6 p.
- Valdés A., et al. 2012. Emisiones y Remociones de Gases de Invernadero en Cuba. Reporte Actualizado para el Periodo 1990-2006. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana.
- Valdés A., et al. 2013. Emisiones y Remociones de Gases de Invernadero en Cuba. Reporte Actualizado para el Periodo 1990-2008. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Arnaldo Álvarez Brito

Graduado de Biólogo en la Universidad de La Habana, Cuba, recibió un adiestramiento en bioestadística y computación en el Instituto Forestal de Oxford, Reino Unido, y obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Forestales en la Universidad Técnica de Dresde, Alemania. Ha liderado proyectos de investigación sobre semillas, mejoramiento genético, conservación de recursos genéticos y cambio climático, así como programas de investigación sobre perfeccionamiento institucional y sobre el sector forestal, actuando como experto en estas disciplinas en diversas instancias. Dirigió el equipo de planificación estratégica del INAF y formó parte del equipo del Ministerio de la Agricultura. Fue autor contribuyente del Segundo Reporte del IPCC, es miembro del Equipo Nacional de Cambio Climático y ha participado en la elaboración de la Primera, la Segunda y la Tercera Comunicación Nacional de Cuba a la Convención de Cambio Climático. Miembro titular de la Academia de Ciencias de Cuba durante el ejercicio 2012-2018.

FLORA Y VEGETACIÓN DE LA CEJA DE CARLOS, CIÉNAGA DE LA GUAYABERA, PARQUE NACIONAL CAGUANES

FLORA AND VEGETATION OF THE EYE OF CARLOS, CIÉNAGA DE LA GUAYABERA, CAGUANES NATIONAL PARK

M.Sc. ARMANDO FALCÓN-MÉNDEZ¹, M.Sc. RICARDO ROSA-ÁNGULO², M.Sc. JULIO P. GARCÍA-LAHERA³, M.Sc. DAILY Y. BORROTO-ESCUELA¹, M.Sc. NORGIS V. HERNÁNDEZ-LÓPEZ¹ Y DR. ALFREDO Z. DOMÍNGUEZ-GONZÁLEZ⁴

¹ Parque Nacional Caguanes. CSA-SS. Citma. Vitoria, Yaguajay, Sancti Spiritus, Cuba, dboroto76@gmail.com, teléf.: 41 553389, 41 552498.

² Herbario Nacional (HAC). Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

³ Jardín Botánico de Sancti Spiritus, CSA-SS, Citma, Cuba.

⁴ Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil.

RESUMEN

Se realiza un estudio de la flora y la vegetación de la Ceja de Carlos en la Ciénaga de La Guayabera en áreas del Parque Nacional Caguanes. Este es un relicto de lo que fueran los bosques de ciénaga o mal drenaje que existieron en la llanura fluvial-acumulativa del norte del municipio de Yaguajay. En el listado florístico se determinaron 125 especies de plantas, agrupadas en 57 familias y 100 géneros. Se analizaron los diferentes estratos de vegetación. Se realizaron cuatro parcelas de 20 x 20 m para conocer la composición de especies arbóreas en este parche de vegetación y se analiza su comportamiento. Las especies arbóreas con mayor número de individuos fueron *Calophyllum antillanum*, *Roystonea regia*, *Lonchocarpus domingensis* y *Calyptronoma plumeriana*.

Palabras claves: Bosque de Ciénaga, Ciénaga de la Guayabera, Parque Nacional Caguanes.

INTRODUCCIÓN

El lugar conocido como Ceja de Carlos se encuentra dentro de la Ciénaga de La Guayabera, ubicada en el centro norte del municipio de Yaguajay, provincia de Sancti Spiritus (Fig. 1). El sitio forma parte del patrimonio del Parque Nacional Caguanes, que es una zona núcleo de la Reserva de Biosfera Buenavista. Toda esta región pertenece al distrito Sagüense, el que se caracteriza por presentar humedales aledaños a las alturas cársicas, como la propia Ciénaga

ABSTRACT

A study of the flora and vegetation of the Ceja de Carlos, in the Cienaga de La Guayabera in areas of the Caguanes National Park is carried out. This is a relic of what were the swamp forests or poor drainage that existed in the fluvial-cumulative plain of the north of the municipality of Yaguajay. In the floristic list 125 plant species were determined, grouped into 57 families and 100 genera. The different vegetation strata were analyzed. Four 20 x 20 m plots were made to find out the composition of tree species in this patch of vegetation and their behavior is analyzed. The tree species with the highest number of individuals were *Calophyllum antillanum*, *Roystonea regia*, *Lonchocarpus domingensis* and *Calyptronoma plumeriana*.

Words keys: Forest of Marsh, Marsh of the Lightweight jacket, National Park Caguanes.

de La Guayabera, donde se localizan relictos del bosque de ciénaga.

La Ceja de Carlos originalmente era una franja alargada y estrecha de bosque, donde vivía con su familia un señor llamado Carlos del Río. Actualmente, gracias a los años de conservación, que comenzaron en 2001, sus límites se extendieron y se ha hecho más circular. La misma es un relicto de lo que fueran los bosques de ciénaga o mal drenaje que existieron en la llanu-

ra fluvio-acumulativa antes de su drenado para utilizarla en la explotación ganadera y agrícola. El terreno que ocupa la Ciénaga de La Guayabera sobrevivió a la expansión agropecuaria gracias a que está ubicada en un sinclinal al que drenan las aguas de los alrededores de la llanura, por lo que se mantiene inundada gran parte del año.

En este relicto se encuentra un bosque alto, alcanzando el dosel entre 11 y 12 m, con indivi-

duos que llegan hasta los 15 y 16 m. El mismo se desarrolla sobre las llamadas lomas o lometones, nombre que les dan los lugareños a determinadas áreas que son relativamente más altas dentro de la planicie que forma la ciénaga. Tiene un perímetro de aproximadamente 1624 m y ocupa un área de 10,52 ha, y su punto centroide se localiza en las coordenadas N 22°19'59,86" y W 79°09'33,02", ocupando actualmente el área boscosa del extremo sureste del Parque Nacional Caguanes.

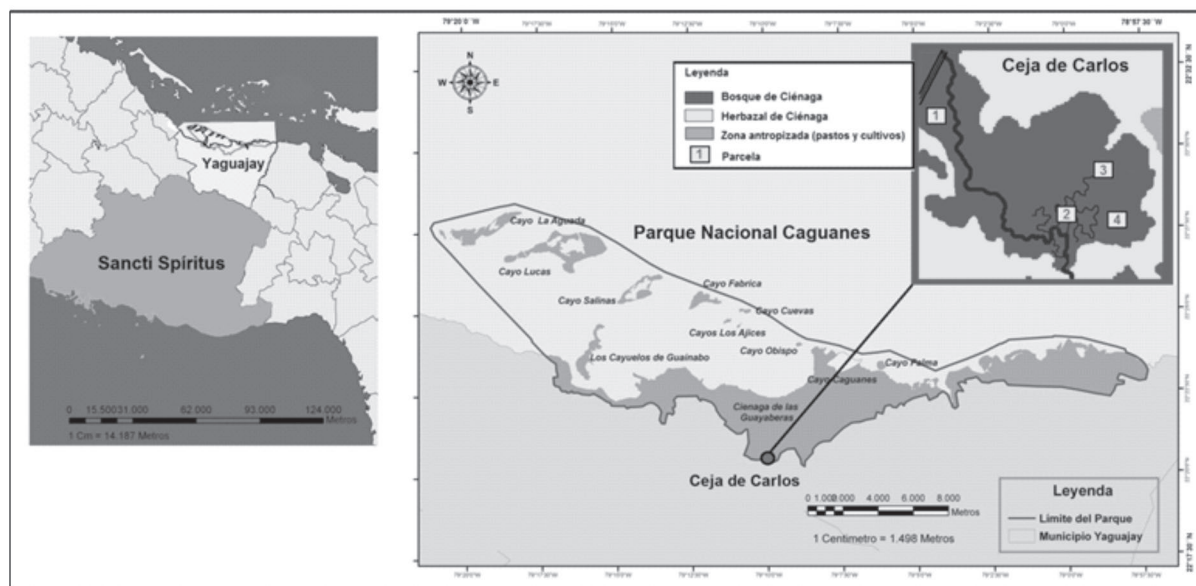


Figura 1. Mapa donde se muestra la ubicación de la Ceja de Carlos dentro del Parque Nacional Caguanes, y este dentro del municipio de Yaguajay. En la ventana de la Ceja de Carlos se muestran los lugares donde se realizaron las parcelas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se desarrolló de abril a junio de 2013; se realizó una expedición en abril de 2017 coincidiendo con un período de seca muy fuerte que permitió llegar al extremo este, y posteriormente se realizó otra expedición en enero de 2019 para comprobar si se mantenía la composición del bosque luego del paso por la zona del huracán Irma en septiembre de 2017. Para estudiar la flora se realizaron varios recorridos dentro del polígono que forma el área de estudio. Se confeccionó una lista florística donde se incluyeron todas las especies que se lograron avistar dentro del bosque. Las especies de plantas se identificaron *in situ* o fueron recolectadas para identificarlas posteriormente. Los especímenes fueron depositados en el herbario del Jardín Botánico de Sancti Spiritus y en el herbario del Instituto de Ecología y Sistemática (HAC).

La identificación de las especies se basó en la experiencia que tienen los autores en el conocimiento de la flora del municipio de Yaguajay. Se utilizó además la *Flora de Cuba*, de Alain (1964), y León & Alain (1951, 1953 y 1957).

En el estudio de la vegetación se trabajó con los métodos propuestos por Prieto y Berazaín (1999). Para ello se utilizaron Fisionómico-Estructural, donde se tiene en cuenta la estructura, tipos biológicos predominantes, número de estratos, etc. Estas características definen la formación vegetal Florística, donde se tiene en cuenta la composición florística, las especies más características por su abundancia-dominancia que tipifican la unidad fundamental que es la asociación florística.

Para los muestreos se utilizaron el preferencial, que tiene en cuenta lugares típicos o representa-

tivos, y el aleatorio, es decir, al azar. Se trabajó con dos tipos de muestras: los transectos, que permiten registrar toda la diversidad vegetal presente en el área, y las parcelas, de las que se realizaron cuatro, utilizando un área de 20 x 20 m para cada una y se tomaron de las especies de porte arbóreo el número de individuos por especie en los diferentes estratos.

Las formaciones vegetales se determinaron teniendo en cuenta la clasificación de Capote & Berazaín (1984). Los perfiles diagramáticos de la vegetación se realizaron según Matos (2006), con modificaciones hechas por el autor principal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Toda la llanura norte de Yaguajay, que se extiende al sur desde el límite con la Cordillera del Nordeste de Las Villas, hasta terminar al norte con los manglares costeros, sostuvo hasta su total modificación bosques semideciduos, bosques de ciénaga y bosques de galería. Los suelos de la llanura, con vocación para la agricultura y la ganadería, a lo largo del siglo XX sufrieron una continua modificación, donde los ecosistemas boscosos fueron dando paso a sabanas antrópicas o terrenos desarbolados. Esta situación se acrecentó en la década de los sesenta hasta los primeros años de los noventa, cuando el país con una óptica ambientalista detuvo la deforestación de lo que se consideraban terrenos improductivos.

Continuó la explotación selectiva de sus especies forestales, factor que desde décadas atrás había favorecido el desarrollo de la *Roystonea regia* (Kunth) O. F. Cook. (palma real), que en estos ecosistemas actúa como una especie pionera, llegando a dominar por su presencia y área de ocupación. Llegó en 2001 y se crea oficialmente el Parque Nacional Caguanes, y los bosques de ciénaga, degradados y reducidos a parches de diferentes dimensiones, comienzan un lento pero continuo proceso de recuperación que continúa hasta la fecha.

El relicto de bosque de ciénaga, conocido como La Ceja de Carlos, está rodeado en casi su totalidad por herbazales de ciénaga. Limita al oeste con uno de los canales que se construyeron para el drenado del lugar, donde está instalado un bosque de ciénaga secundario, producto de

la explotación de sus recursos forestales que cesaron en 2001; actualmente ya sus especies arbóreas alcanzaron el dosel del bosque original, destacándose por su número de individuos *Calophyllum antillanum* Britt. (ocuje), *Lonchocarpus domingensis* (Pers.) D.C. (guamá) y *R. regia* (palma real). Hacia el centro y el oeste de La Ceja de Carlos, alejados del efecto borde que ocasionó el desmonte por la construcción del canal, y coincidiendo con un terreno más bajo y anegadizo durante gran parte del año, es que se presenta el sector boscoso mejor conservado. Aquí existe una mayor diversidad vegetal, representada por especies de los diferentes estratos, y es de destacar la presencia de numerosos individuos de *Calyptranthes plumeriana* (Mart.) (palma de manaca) y *Maxonia apiifolia* (Sw.) C. Chr. (helecho trepador) (Fig. 2).

En La Ceja de Carlos se realizaron varios transectos a través del bosque, en diferentes direcciones llegando hasta los ecotonos. Esto permitió un registro completo de la diversidad vegetal presente en esta área, lo que brindó un listado florístico con la presencia de 125 especies de plantas, agrupadas en 57 familias y 100 géneros. Las familias mejor representadas por el número de especies fueron *Orchidaceae* con 8, *Cyperaceae* con 7, *Fabaceae*, *Malvaceae* y *Rubiaceae* con 6, *Asteraceae* y *Bromeliaceae* con 5, *Flacourtiaceae*, *Moraceae*, *Polypodiaceae* y *Sapindaceae* con 4, y con 3 especies *Bignoniaceae* y *Myrtaceae*. Mientras que los géneros más representados fueron *Tillandsia* con 4 y *Casearia* y *Ficus* con 3, respectivamente.

Este bosque relicto está representado fundamentalmente por gran abundancia de *R. regia* (palma real) de 10 a 14 m y *C. antillanum* (ocuje) de 11 a 15 m, que conforman el estrato más alto y los emergentes. Otros componentes del estrato arbóreo, pero menos representados son el *Annona glabra* L. (bagá), la *C. plumeriana* (palma de manaca) que tiene una población numerosa, no muy común de la especie en terrenos bajos y cenagosos, *Bursera simaruba* (L.) Sargent (almácigo), *L. domingensis* (guamá), *Cojoba arborea* Brito. & Rose (moruro rojo), *Amphitecna latifolia* (magüira), *Hibiscus elatus* Sw. (majagua), *Dendropanax arboreus* (L.) Dec. & Planch. (vivona), *Tabebuia angustata* Britt. (roble blanco), *Ilex* sp. (acebo) y *Eugenia* sp., (guairaje amarillo).

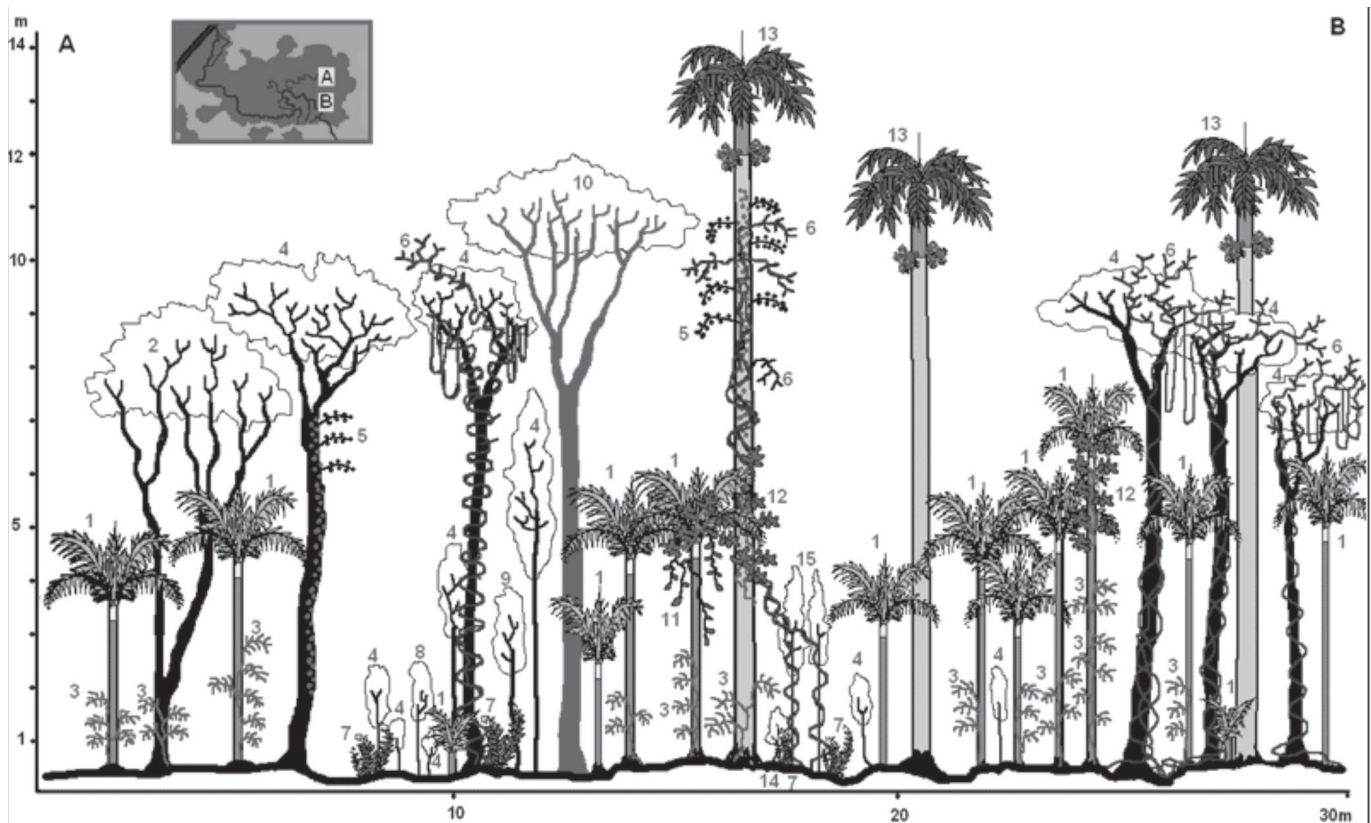


Figura 2. Perfil de vegetación de bosque de ciénaga conservado en el centro de La Ceja de Carlos, Ciénaga de La Guayabera: 1) *Calyptranthes plumeriana* (palma de manaca), 2) *Tabebuia angustata* (roble blanco), 3) *Maxonia apiifolia* (helecho trepador), 4) *Calophyllum antillanum* (ocuje), 5) *Marcgravia rectiflora* (bejuco de codicia), 6) *Rhaphidophora biflora* (cativo mangle), 7) *Nephrolepis multiflora* (helecho espada), 8) *Hibiscus elatus* (majagua), 9) *Allophylus cominia* (palo de caja), 10) *Bursera simaruba* (almácigo), 11) *Vanilla dilloniana* (vainilla), 12) *Philodendron lacerum* (macusey macho), 13) *Roystonea regia* (palma real), 14) *Alibertia edulis* (pitajón), 15) *Eugenia* sp. (guairaje amarillo).

En el estrato herbáceo aparecen sobre todo juveniles de *C. antillanum* (ocuje), así como de otras especies arbóreas, encontrándose dentro de los típicos representantes del estrato la fase rastrera de la *M. apiifolia* (helecho trepador), el *Himenocallis* sp. (lirio de potreros), el *Hipporom alongiflora* (L.) Patern. (revienta caballo), el *Nephrolepis multiflora* (Robx.) Jarret. Ex Morton (helecho espada), el *Acrostichum* sp. (camarón), la *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl. (orquídea lengua de vaca) y el *Lasiacis di varicata* (L.) Hitchc. (tibisi), estando el estrato arbustivo muy representado por juveniles de *C. antillanum* (ocuje) de 1,5 a 3 m, así como en una menor proporción de *Piper hispidum* Sw. (bayuyo), *Ilex casine* L. (acebo arbustivo), *Palycourea domingensis* (Jacq.) D.C. (taburete), *Wallenia laurifolia* (Jacq.) Sw. (casmao), así como la fase arbustiva de las otras especies arbóreas.

En las sinucias se encuentran elementos del epifitismo y las lianas. En cuanto al epifitismo, se puede decir que está representado por bromelias y orquídeas y se observa una interesante distribución de las especies presentes. Las que crecen dentro del bosque están adheridas a sus forófitos desde unos pocos centímetros del suelo hasta los 2 m de altura, encontrándose las mayores poblaciones muy próximas al suelo, aunque escasos individuos se localizan entre los 2 y 4 m. Las bromelias presentes son *Tillandsia fasciculata* Sw., *Tillandsia valenzuelana* A. Rich., *Tillandsia recurvata* L., *Gusmania monostachya* (L.) Rugby ex Mez. y *Hohenbergia penduliflora* (A. Rich.) Mez., esta última representada solo por dos individuos, todas llamadas por el nombre común de curujeyes. Las orquídeas presentes son *Epidendrum anceps* Jacquin, *Epidendrum nocturnum* Jacq., *Epidendrum rigidum* Jacquin,

Ionopsis utricularioides (Sw.) Lindl. X, todas llamadas orquídeas silvestres, y *Trichocentrum undulatum* (Sw.) Ackeman & M.W. Chase. (oreja de burro o flor de San Pedro) (Fig. 2).

Por las características propias del terreno que se inunda en determinados períodos, aparecen casi siempre como epífitos secundarios el *Philodendron lacerum* (Jacq.) Schott. (macuse y macho) y *Philodendron consanguineum* Schott. (macuse y hembra), los que en muchos de los casos se encuentran sobre *C. plumeriana* (palma de manaca) y *R. regia* (palma real), sobre esta última a considerable altura. Dentro de los helechos epífitos aparece el *Campyloneurum phyllitidis* (L.) Presl. (pasa de negro) y la fase epífita de *M. apiifolia* (helecho trepador), especie escasa en el territorio nacional, reportando el descubrimiento de una población considerable precisamente en este lugar (García-Lahera *et al.*, 2013).

La literatura científica plantea que de este helecho en el medio natural aparecen individuos aislados y nunca forma verdaderas poblaciones, siendo lo contrario en este bosque, donde se encuentra una población muy abundante utilizando diversos forófitos (Fig. 2).

Las lianas son muy comunes en la Ceja de Carlos (Fig. 2), abundando el *Rhabdadenia biflora* (Jacq.) Muell. Arg. (cativo mangle), el que se encuentra entrelazado por todo el suelo formando verdaderas redes y sube a través de los ocujes, palmas reales y otros árboles hasta el dosel del bosque, donde se ramifica y cuelga. Pero algo interesante que se observó de esta Apocynacea es

que no se reportó ni un solo individuo de cativo mangle trepando por la palma de manaca. Otras lianas y trepadoras son la *Marcgravia rectiliflora* Tr. & Pl. (bejuco de codicia), que trepa por los troncos de las palmas reales con sus hojas adhesivas y a una elevada altura hace brotar las hojas reproductivas. Otras son el *Cissus cyoides* L. (bejucoubí), el *Davilla rugosa* Poir. (bejuco colorado), el *Dalbergia castophyllum* (L.) Taub. (péndola o bejuco de tortuga) en zonas del ecotono, y el *Mucuna urens* (L.) Medik. (ojo de buey), que aparece sobre todo en el ecotono formando una impenetrable maraña y se extiende en algunos sectores sobre el dosel del bosque.

Existen dos orquídeas en la sinucia de lianas, la *Vanilla phaeantha* Rchb. f. (vainilla), común en los bosques semidecíduos y de ciénaga de Yaguajay, y la *Vanilla mexicana* Mill. (vainilla). De esta última se halló un individuo adulto muy vigoroso trepando por el tronco de una *R. regia* (palma real), ubicada cerca del ecotono sur de la zona central de La Ceja de Carlos. Este hallazgo constituye un nuevo reporte para la especie en áreas del Parque Nacional Caguanes y el municipio de Yaguajay.

Para conocer la composición de las especies arbóreas de este relicto de bosque de ciénaga, se realizaron cuatro parcelas (tabla 1), de ellas la número 2 y 4 se elaboraron siguiendo la metodología del muestreo preferencial, y se ubicaron en lugares donde se encuentra bien representada la vegetación original de esta formación vegetal. Las parcelas número 1 y 3, se ubicaron aleatoriamente, en diferentes zonas del bosque.

Tabla 1. Especies por parcelas y su número de individuos por estratos: E (emergente), A (arbóreo), a (arbustivo) y h (herbáceo)

<i>Parcela 1, 20 x 20 m</i>					
No.	Especie	E	A	a	h
1	<i>Calophyllum antillanum</i> (ocuje)	6	23	42	1424
2	<i>Roystonea regia</i> (palma real)	7	16		34
3	<i>Lonchocarpus domingensis</i> (guamá)		4	4	
4	<i>Ficus</i> sp. (jagüey)		3		
5	<i>Hibiscus elatus</i> (majagua)	1			
6	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> (caimitillo)		1	1	
7	<i>Wallenia laurifolia</i> (casmao, casmagua)			6	
8	<i>Andira inermis</i> (yaba)			3	
9	<i>Eugenia</i> sp. (guairaje amarillo)			2	

Parcela 2, 20 x 20 m					
No.	Especie	E	A	a	h
1	<i>Calyptranthes plumeriana</i> (palma de manaca)		50	16	3
2	<i>Calophyllum antillanum</i> (ocuje)	8	18	21	997
3	<i>Roystonea regia</i> (palma real)	7	5	3	54
4	<i>Bursera simaruba</i> (almácigo)		2	3	
5	<i>Andira inermis</i> (yaba)		2	1	
6	<i>Ficus jacquini folia</i> (jagüeycillo)		1		
7	<i>Ficus</i> sp. (jagüey)		1		
8	<i>Annona glabra</i> (bagá)		1		
9	<i>Hibiscus elatus</i> (majagua)		1		
10	<i>Amphitecna latifolia</i> (magüira)		1		
11	<i>Lonchocarpus pentaphyllus</i> (guamá de costa)		1		
12	<i>Allophylus cominia</i> (palo de caja)		1		
13	<i>Lonchocarpus domingensis</i> (guamá)			1	
14	<i>Cojoba arborea</i> (moruro rojo)			1	
Parcela 3, 20 x 20 m					
No.	Especie	E	A	a	h
1	<i>Calophyllum antillanum</i> (ocuje)	7	25	42	1135
2	<i>Roystonea regia</i> (palma real)		9	12	215
3	<i>Lonchocarpus domingensis</i> (guamá)	1	6	14	
4	<i>Amphitecna latifolia</i> (magüira)		3	3	
5	<i>Nectandra antillana</i> (aguacatillo)		3	2	
6	<i>Tabebuia angustata</i> (roble blanco)		2	4	
7	<i>Calyptranthes plumeriana</i> (palma de manaca)		2	3	
8	<i>Lonchocarpus pentaphyllus</i> (guamá de costa)		2		
9	<i>Andira inermis</i> (yaba)		2		
10	<i>Bursera simaruba</i> (almácigo)			4	
11	<i>Calyptranthes plumeriana</i> (palma de manaca)				1
Parcela 4, 20 x 20 m					
No.	Especie	E	A	a	h
1	<i>Calophyllum antillanum</i> (ocuje)		14	14	552
2	<i>Calyptranthes plumeriana</i> (palma de manaca)		12	3	21
3	<i>Lonchocarpus pentaphyllus</i> (guamá de costa)		7	1	1
4	<i>Roystonea regia</i> (palma real)	3	3	1	
5	<i>Amphitecna latifolia</i> (magüira)		3	1	1
6	<i>Eugenia</i> sp. (guairaje)		3		2
7	<i>Andira inermis</i> (yaba)		3		
8	<i>Cojoba arborea</i> (moruro rojo)		1		1
9	<i>Bursera simaruba</i> (almácigo)		1		1
10	<i>Drypetes</i> sp. (hueso)		1		
11	<i>Ficus</i> sp. (jagüey)		1		
12	<i>Ficus</i> sp. (jagüey)		1		
13	<i>Chionantus domingensis</i> (bayito)		1		
14	<i>Ilex casine</i> (yanilla blanca)			3	3
15	<i>Ilex repanda</i> (acebo)			2	

16	<i>Abarema obovalis</i> (abey)				1
17	<i>Annona glabra</i> (bagá)			1	

Tabla 2. Especies con mayor número de individuos por estratos: E (emergente), A (arbóreo), a (arbustivo) y h (herbáceo)

Especies con mayor número de individuos en las parcelas (4): especies presentes en las cuatro parcelas					
No.	Especie	Estratos			
		E	A	a	h
1	<i>Calophyllum antillanum</i> (ocuje) (4)	21	80	104	4108
2	<i>Roystonea regia</i> (palma real) (4)	39	11	13	303
3	<i>Calyptranthes plumeriana</i> (palma de manaca) (4)		68	22	25
4	<i>Lonchocarpus domingensis</i> (guamá)	1	11	18	6
5	<i>Lonchocarpus pentaphyllus</i> (guamá de costa)		10	1	
6	<i>Amphitecna latifolia</i> (magüira)		7	4	1
7	<i>Andira inermis</i> (yaba) (4)		7	4	

Conociendo las especies arbóreas presentes en las parcelas, se analiza el comportamiento de las mismas. Comenzando por la numeración de la parcela, que coincide con su ubicación de oeste a este, se puede decir que la parcela 1 (aleatoria) es la de menor número de especies, con solo nueve. Esta parcela se encuentra en el área más antropizada, y las especies dominantes son por orden de aparición en el estrato arbóreo *C. antillanum* (ocuje), con 29 individuos, de ellos seis emergentes, y *R. regia* (palma real), con 23 individuos, de ellos siete emergen sobre el dosel. Esta es la parcela con mayor representatividad de estas dos especies, que se comportan como pioneras en la regeneración natural cuando se antropizan estos ecosistemas.

La parcela 2 (preferencial) está ubicada en la zona central de La Ceja de Carlos. Cerca de la misma se extienden los brazos sinuosos del arroyo, que en época de lluvia anega este sector del bosque, haciendo muy difícil el tránsito de humanos, razón por la cual se conservó su mosaico vegetal hasta los días presentes. De forma general existen 14 especies de porte arbóreo, siendo las especies dominantes por orden de aparición en el estrato arbóreo *C. plumeriana* (palma de manaca), con 69 individuos en diferentes estratos; no tiene emergentes, pero presenta 50 individuos arbóreos, por lo que domina este estrato dentro de la parcela. Continúan en importancia *C. antillanum* (ocuje) con 26 árbo-

les, de ellos ocho emergentes, y sigue *R. regia* (palma real), con 12, de los que siete emergen. A pesar de existir mayor diversidad florística en esta parcela, estos dos árboles mantienen dominancia en la vegetación, con juveniles de diferentes cohortes. Es interesante mencionar a *M. Apiifolia* (helecho trepador), que cuenta con varios individuos robustos dentro y en los alrededores de la parcela.

La parcela 3 (aleatoria) está ubicada al norte de la zona central, cerca de la parcela anterior, no muy alejada del ecotono. Hasta ella llegan algunos de los brazos del arroyo anegando todas las depresiones del terreno en época de lluvia. Se contabilizaron un total de 10 especies arbóreas. Las dominantes en el estrato arbóreo, según su número de individuos, son *C. antillanum* (ocuje), con 32 individuos, de ellos siete son emergentes, *R. regia* (palma real) con nueve, sin emergentes, y continúa *L. domingensis* (guamá) con siete de ellos uno es emergente. La *C. plumeriana* (palma de manaca), como especie singular en este ecosistema solo tiene cinco individuos, de ellos dos arbóreos y tres arbustivos. Las talas selectivas en décadas pasadas y el efecto borde se refleja dentro de la parcela. Aparecen varios individuos de *M. apiifolia* (helecho trepador).

La parcela 4 (preferencial) está ubicada hacia el centro-este de La Ceja de Carlos. Es necesario aclarar que esta zona es la más inhóspita de este relicto de bosque, siendo la más baja; se

mantiene inundada todo el año, lo que dificulta o hace imposible acceder a ella. Los autores de este trabajo solo pudieron entrar en abril de 2017, coincidiendo con la extrema sequía de dos años consecutivos en esta parte del archipiélago cubano.

En esta parcela se contabilizaron un total de 17 especies con hábito de crecimiento arbóreo. De las cuatro parcelas fue la que más especies presentó, resultado esperado por lo planteado anteriormente, siendo las especies más representativas del estrato arbóreo *C. antillanum* (ocuje), con 14 individuos, *C. plumeriana* (palma de manaca), con 12, *Lonchocarpus pentaphyllus* (Poir.) D.C. (guamá de costa), con siete, todos estos taxones con individuos de diferentes cohortes en los estratos arbustivo y herbáceo, continuando en importancia *R. regia* (palma real), con seis individuos, de ellos tres emergentes; solo presenta uno en el estrato arbustivo y ninguno en el herbáceo. La presencia de *Drypete* ssp. (hueso) y *Chionantus domingensis* Lam. (bayito), localizados en la cordillera del nordeste de Las Villas, constituyen nuevos reportes para esta formación vegetal en el municipio y por consiguiente para el Parque Nacional Caguanes. Es importante mencionar una considerable población de *M. apiifolia* dentro y fuera de la parcela.

Después de haber expuesto los análisis que se realizaron por cada una de las parcelas, fueron siete las especies arbóreas mejor representadas (Tabla 2). El *C. antillanum* (ocuje) alcanzó la mayor cantidad de individuos, con 101 en el estrato arbóreo, de ellos 21 emergentes, 104 en el estrato arbustivo y 4108 en el herbáceo, mostrando ser el taxón de mayor potencial biótico presente en este ecosistema. Continúa la *R. regia* (palma real), con 50 árboles, de ellos 17 emergentes, 13 en el estrato arbustivo y 303 en el herbáceo. Se debe de acotar que dentro del bosque, a pesar de la alta tasa de germinación de sus semillas, la selección natural las limita considerablemente. La *C. plumeriana* (palma de manaca) presentó 68 individuos en el estrato arbóreo. Su talla no le permite llegar a emerger sobre el dosel, pero como se puede apreciar, es significativa su presencia en este bosque, contando además con 22 en el estrato arbustivo y 25 en el herbáceo.

El *L. domingensis* (guamá) es la cuarta especie arbórea mejor representada con 12 individuos en el estrato arbóreo, de ellos uno emergente,

18 arbustivos y seis herbáceos. Continúa en importancia una especie similar a la anterior, perteneciente a la misma familia y género, *L. pentaphyllus* (guamá de costa), con 10 árboles y un arbusto. La *A. latifolia* (magüira) y la *A. inermis* (yaba) están presentes casi con la misma cantidad de individuos, siete en el estrato arbóreo y cuatro en el arbustivo. La única diferencia es que la primera tiene un individuo en el estrato herbáceo, a diferencia de la segunda. En el mosaico de especies que forman este relicto aparecen otras especies típicas de esta formación vegetal, pero con menor número de individuos y aislados. A pesar de que *Tabebuia angustata* (roble blanco) está presente en este relicto y es una especie que tipifica esta formación vegetal, no es abundante en su composición, contrastando con otros relictos cercanos, donde es muy común con gran número de individuos en todos los estratos.

Conociendo los taxones de porte arbóreo que se contabilizaron dentro de las parcelas y que dan una idea de cuáles son sus especies claves y de mayor resiliencia ante los impactos, se pueden tratar otros aspectos que de forma general caracterizan la unidad estructural de La Ceja de Carlos. Resultó interesante ver la abundancia de la *C. plumeriana* (palma de manaca), sobre todo en los lugares de más difícil acceso, que son los mejores conservados. En estos manacales y aledaños a ellos se encuentra una población de *M. apiifolia* (helecho trepador), con muchos individuos juveniles y adultos, considerada como una de las mayores de Cuba. La Ceja de Carlos es un relicto que, aunque antropizado, constituye un importante exponente que ha llegado hasta los días actuales de lo que fueron los bosque de ciénaga que se extendían en la llanura norte del municipio de Yaguajay. Su diversidad vegetal es considerable, por lo que merece protección.

CONCLUSIONES

- La Ceja de Carlos es un relicto de bosque de ciénaga o mal drenaje con una adecuada composición florística, típica de esta formación vegetal dentro del distrito sagüense, donde se determinaron 125 especies de plantas, grupadas en 57 familias y 100 géneros.

- Las especies arbóreas con mayor número de individuos fueron *Calophyllum antillanum* Britt. (ocuje), *Roystonea regia* (palma real), *Lonchocarpus domingensis* (guamá) y *Calyptronomia plumeriana* (palma de manaca).
- Existen poblaciones muy numerosas de especies poco comunes para el municipio: la *Calyptronomia plumeriana* (palma de manaca) y la *Maxonia apiifolia* (helecho trepador), esta última con la categoría de En Peligro. Ambas especies presentan prácticamente la misma distribución dentro del bosque de ciénaga.

BIBLIOGRAFÍA

- Alain, Hno. 1964. Flora de Cuba. Vol. 5. La Habana. Asociación de Estudiantes de Ciencias Biológicas. 362 p.
- Capote, R., Berazaín, R. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales en Cuba. Revista Jardín Botánico Nacional (CU) 5(2): 27-75.
- Falcón, A., García-Lahera, J.P., Hernández, N.V. 2015. Nuevas localidades para *Maxonia apiifolia* (Dryopteridaceae) en Sancti Spíritus, Cuba. Revista Cubana de Ciencias Biológicas (CU) 5(1): 23-31.
- Falcón, A., Junco, J.Z., Domínguez, A.Z., et al. 2015. Flora y vegetación de Lomas de La Canoa, Reserva de la Biosfera Buenavista, Cuba. Revista Cubana de Ciencias Forestales (CU) 3: 57-71.
- García-Lahera, J.P., et al. 2013. Descubrimiento de *Maxonia apiifolia* (Dryopteridaceae) en el Parque Nacional "Caguanes", Sancti Spíritus (Cuba). Bissea (CU) 7(2): 2.
- León, Hno. y Hno. Alain. 1951. Flora de Cuba. Vol. 2. Contribuciones Ocasionales. Museo Historia Natural Colegio de La Salle, No. 10. La Habana. Impreso P. Fernández y Cía. 456 p.
- 1953. Flora de Cuba. Vol. 3. Contribuciones Ocasionales. Museo Historia Natural Colegio de La Salle, No. 13. La Habana. Impreso P. Fernández y Cía. 502 p.
- 1957. Flora de Cuba. Vol. 4 Contribuciones Ocasionales. Museo Historia Natural Colegio de La Salle. No. 16. La Habana. Impreso P. Fernández y Cía. 556 p.
- Matos, J. 2006. Manual de manejo de flora silvestre. Santa Clara. Editorial Feijoo. 229 p.
- Rodríguez-Cala, D., et al. 2018. Re-localización y estado de conservación del helecho amenazado *Maxonia apiifolia* (Dryopteridaceae) en el humedal sur de La Habana, Cuba. 217: 227-238.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Armando Falcón Méndez

Licenciado en Biología, Máster en Ciencias, Investigador Agregado y Profesor Instructor, acumula una experiencia de más de 20 años de trabajo en áreas protegidas. Fue especialista principal del APRM Jobo Rosado. Actualmente se desempeña como Investigador Agregado en el Parque Nacional Caguanes, donde está al frente de varios programas de investigación y manejo.

NORMAS EDITORIALES

Revista Forestal Baracoa

Instrucciones a los Autores

Los originales de los artículos científicos que se elaboren para la *Revista Forestal Baracoa* deben enviarse al Comité Editorial, escritos en español, por una sola cara, a espacio y medio y en hojas de papel bond 8½ x 11 cm, con 2,5 cm de margen a cada lado, letra Arial, en 11 puntos, texto justificado que no debe exceder de 10 páginas, incluidas las tablas e ilustraciones. Debe enviarse una copia en soporte magnético en procesador de texto Microsoft Word. Los trabajos deben ser aprobados por sus respectivos consejos científicos.

Los artículos irán precedidos de un *título* (en español y en inglés), letra mayúscula y en negritas. Debajo del título correspondiente aparecerán el *nombre* o los *nombres de los autores*, con *dos apellidos*, indicando en la parte superior del segundo apellido con numeración arábiga (ej.: Alicia Mercadet Portillo,¹ el *grado científico* y la *dirección completa del autor principal* (ej.: Dra. en Ciencias Forestales, Instituto de Investigaciones Forestales. Calle 174 no. 1723 el 17 B y 17 C, Siboney, Playa, La Habana), mercadet@forestales.co.cu, teléf.: 208 2554, fax.: 208 21 89. Los autores que proceden de la misma institución tendrán el mismo número.

A continuación del autor o autores aparecerá la palabra *Resumen*, que irá alineada a la izquierda, en mayúscula y en negritas, con un texto justificado. Debe contener *no más de 150 palabras*, ni llevar *fórmulas* ni *expresiones matemáticas*, *tablas* o *citas*. Al final del *resumen*, de *tres a cinco palabras claves* que identifiquen el tema.

Se elaborará un *Abstract* que irá insertado inmediatamente después del *Resumen*. Al final del *Abstract*, de *tres a cinco key words* que identifiquen el tema.

Cada *artículo* debe contar con los siguientes epígrafes primarios: *Introducción*, *Materiales y Métodos*, *Resultados y Discusión*, *Conclusiones y Bibliografía*. Estos epígrafes se escribirán *alineados a la izquierda*, en *mayúscula* y en *negritas*.

Las palabras en *latín* y los *nombres científicos* de las categorías de género, especies y subespecies se escribirán con *letra cursiva*, al igual que escritas en otro idioma.

Se confeccionará la *Bibliografía*, teniendo en cuentas la Norma de Asiento Bibliográfico por tipos de Documentos, *Norma ISO 690* para Documentos Convencionales y *Norma ISO 690-2* para Recursos Electrónicos.

Al final se elaborará una breve reseña curricular del autor principal.

Los artículos científicos recibidos para su publicación serán sometidos a una evaluación previa del Comité Editorial. Solo se admitirán trabajos inéditos y en idioma español. Posteriormente el Comité Editorial y el Consejo Científico de la revista decidirán si un artículo reúne los requisitos para ser publicado, previa evaluación de por lo menos dos árbitros. Los artículos científicos enviados a los autores para su corrección, según las opiniones de los árbitros, deberán ser devueltos en un plazo no mayor de 15 días. Pasado ese tiempo el artículo será dado de baja. Su aceptación o rechazo será informado al autor en un plazo dentro de los 60 días posteriores a su recepción. Los trabajos aceptados que no se ajusten a estas normas serán devueltos a los autores para que realicen los cambios pertinentes. Dado que la *Revista Forestal Baracoa* es una publicación periódica que se edita sin fines de lucro con el objetivo de contribuir al desarrollo científico y tecnológico, el contribuyente cede sus derechos patrimoniales de forma gratuita, adquiriendo la revista el derecho de reproducción en todas sus modalidades, incluso para inserción audiovisual, el derecho de comunicación pública, distribución, y en general cualquier tipo de explotación que pueda realizarse por cualquier medio conocido o por conocer. La propiedad intelectual del trabajo científico publicado permanece en el autor o autores. La veracidad del contenido y su rigurosidad científica es de los autores, por lo que el Comité Editorial no se responsabiliza con ello.

COMITÉ EDITORIAL

ALTERNATIVA DE FLUJO TECNOLÓGICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ELEMENTOS DEL MÓDULO APÍCOLA EN LA CARPINTERÍA INDUSTRIA MANZANILLO

ALTERNATIVE OF TECHNOLOGICAL FLOW FOR THE PRODUCTION OF ELEMENTS OF THE BEEKEEPING MODULE IN THE CARPENTRY INDUSTRIA MANZANILLO

ING. JOSE L. FIGUEREDO-FERNÁNDEZ¹, DR. JUAN M. GARCÍA-DELGADO², ING. ISNAUDY GARCÍA-RODRÍGUEZ¹
E ING. ARIEL R. AVILÉS-TAMAYO³

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km 1½, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, teléf.: (23) 39 1387, (23) 39 2511, jfigueredof@guisa.inaf.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no.1723 e/ 17C y 17B, Siboney, Playa, La Habana, Cuba

³ Grupo Empresarial Agroforestal. Dirección Forestal y Fibras Naturales. Conill y Ave. Independencia, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba

RESUMEN

La investigación ofrece transformaciones en el actual flujo tecnológico de la carpintería de la Unidad Empresarial de Base Industria Manzanillo. A partir del volumen y características de la materia prima se analizó la potencia instalada en los equipos de sierra circular, se esquematizó la disposición de los equipos en la instalación y el flujo existente de las operaciones. Para la propuesta se calculó la velocidad de alimentación en metros/minutos, se definió al equipo cabecera y la distribución del resto del equipamiento. Resultado del nuevo flujo tecnológico, se obtienen reducciones del 55 % en la distancia recorrida por el trabajador, se incluyen dos nuevos equipos que mejoran la calidad del producto final y se define como potencia mínima 2,6 kW para las sierras circulares.

Palabras claves: *flujo tecnológico, potencia, velocidad de alimentación.*

ABSTRACT

The investigation values transformations in the current technological flow of the carpentry of the administrative unit of base industry Manzanillo. Considering the volume and characteristic of the construction matter, was analyzed the power installed in the equipment of circular saw, the disposition of the hardware in the installation and the existent flow of the operations was schematized. For the proposal the feeding speed was calculated in meters/minutes, it was defined the head equipment and the distribution for rest of the hardware. Result of the new technological flow, reductions of 55 % are obtained in the distance covered by the worker, two new equipment are included that improve the quality of the final product and it is defined as minimum power 2,6 kW for the circular saws.

Key words: *technological flow, power, feeding speed.*

INTRODUCCIÓN

Un factor primordial en la producción apícola lo representa la calidad de las colmenas, donde la madera, su principal componente estructural, debe reunir características como una buena calibración (ancho, grueso y largo), contenido de humedad acorde con el medio ambiente y proceder de especies con la mayor vida útil posible (Jay, 2014).

De acuerdo con García y Zamora (2014), la Empresa Apícola Nacional poseía antes de 1990 una carpintería central que garantizaba el material necesario para la explotación de una apicultura movilista, con colmenas que exigían vitolas con un ancho de 250 mm y elaboradas conforme a la Norma Ramal NRAG 388:1980. Con el tiempo disminuyeron las importaciones de madera

aserrada fundamentalmente de la antigua Unión Soviética, recurriendo a la madera aserrada de producción nacional, la cual no cumplía la calidad exigida, sobre todo por un alto contenido de humedad y dimensiones inadecuadas que condicionaban el incremento de los costos. Además, el deficiente estado técnico de los talleres y la maquinaria condicionó un proceso de reorganización de pequeñas carpinterías, realizando modificaciones tecnológicas a la estructura de la colmena, dada la necesidad de unir piezas para obtener los anchos necesarios y dar otro dimensionamiento a las cajas y cuadros mediante las llamadas “media alza”, en vez del modelo oficial de la colmena Langstroth, Norma Ramal NRAG17- 2007.

Esta temática está parcialmente estudiada en la actividad de industria del Grupo Agroforestal (GAF). Aunque se ha trabajado en la elaboración de los elementos de colmena, no existen suficientes estudios que reflejen un análisis profundo del equipamiento y la tecnología a emplear, así como que sean capaces de incrementar la eficiencia en la producción de elementos del módulo apícola (García, 2014).

La Empresa Agroforestal Granma presenta aserraderos en su mayoría circulares que suministran la materia prima a la industria de segunda transformación, la cual en la provincia se caracteriza por carpinterías de pequeño a mediano porte, sin la definición específica de un producto principal y con un diseño alejado de las tendencias actuales de la fabricación en serie.

La investigación tiene como objetivo proponer transformaciones en el actual flujo tecnológico de la carpintería de la Unidad Empresarial de Base Industria Manzanillo que posibiliten el incremento de la eficiencia en la fabricación de elementos del módulo apícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante el primer trimestre de 2018 en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Industria Manzanillo perteneciente a la Empresa Agroforestal Granma, que cuenta con un aserradero móvil y una carpintería donde se elaboran y comercializan varias producciones.

Se realizó un diagnóstico general del proceso productivo donde se tuvo en cuenta la especie maderable principal con que se trabaja, así

como sus características dimensionales. Se determinó la capacidad productiva del taller en función del volumen de madera aserrada disponible, utilizándose como método de cálculo para la velocidad de alimentación de los equipos el descrito por García y Zamora (2014).

Mediante el empleo de la cinta métrica y un cronómetro digital se efectuaron mediciones de espacio en la instalación, distancia entre máquinas y del tiempo promedio empleado por los operarios en desplazarse de un equipo a otro para realizar las diferentes actividades. Fue esquematizada la disposición de los equipos en la nave y el flujo existente de las operaciones, el cual se obtuvo a partir del análisis con los operarios del taller, definiéndose su secuencia.

Este aspecto sirvió tanto para precisar la línea de flujo actual como la propuesta. En el caso de esta última, se utilizó como método para su determinación el razonamiento deductivo, el cual permite inferir una conclusión a partir de una serie de premisas. En este caso las premisas fueron las características de la madera utilizada y del producto a fabricar, equipos con que cuenta el taller, experiencia de los operarios, nivel de producción y área de la nave. Las operaciones necesarias para garantizar la producción de elementos del módulo apícola se determinaron a partir de las Especificaciones Cajas de Colmenas tipo Langstroth (Ciapi, 2013).

Se determinó las características de los motores instalados en las sierras circulares para analizar su correspondencia con las labores en que se utilizan y la madera a procesar, tomando como indicador la potencia (P) de los mismos. Como base para la determinación de la potencia óptima de los equipos fue utilizada la fórmula propuesta por Vignote y Martínez (2006), así como los valores sugeridos por estos autores para algunas de las variables que intervienen en la misma.

$$P = 8,8 (g \times h \times m \times v) / p$$

donde:

P : Potencia en caballos (CV)

8,8: Constante

g : Grueso de corte (0,30 cm)

h : Altura de corte (2,5 cm)

m : Mordida (0,03 cm);

v : Velocidad periférica de la hoja (70 m/s)

p : Paso de diente (4 cm)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de la producción de artículos de madera en el área de estudio

En la UEB Industria Manzanillo existe un aserradero móvil que procesa la madera en bolo, la cual proviene fundamentalmente de la compra a tenentes de patrimonio forestal en el territorio y es insumida totalmente por la carpintería de dicha entidad. Las elaboraciones y volúmenes de producción promedio por año de la carpintería para el periodo 2015-2017 se reflejan a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Principales producciones y volumen promedio anual

No.	Producción	Volumen promedio (u)
1	Caja de colmena	6050
2	Tapa de caja de colmena	2000
3	Paletas	5750
4	Módulos de caja paletas	1100
5	Módulos de envase	4000

Dentro de estas producciones las relacionadas con los módulos apícolas se definen como el renglón principal para el estudio, concretamente los elementos caja y tapa, ya que representan el 43 % del promedio anual de las unidades que se elaboran y debido a la alta prioridad que como encargo estatal se le da a esta manufactura.

Capacidad productiva del taller, operaciones que entran en el proceso tecnológico y materia prima

En la industria forestal de la segunda transformación la decisión de qué equipos utilizar y cuál será su ubicación dentro del flujo tecnológico se hace a partir del estudio del producto a fabricar, disponibilidad, calidad y dimensiones de la madera, así como de las características propias de la instalación. La planificación en este taller de un flujo tecnológico concebido para la fabricación de elementos del módulo apícola, organizacionalmente también da respuesta a los requerimientos para la elaboración de las otras producciones (paletas, cajas paletas, módulos de envase) debido a que, entre los productos re-

lacionados anteriormente, las cajas de colmenas constituyen las que más operaciones requieren para su elaboración; por tanto, la fabricación de otros elementos solo tiene como diferencia que se obviaría la utilización de algunos equipos.

Uno de los elementos fundamentales para determinar qué equipo se sitúa a la cabecera de las operaciones en el flujo tecnológico lo constituye la definición de la velocidad de alimentación, la cual debe considerar de manera independiente los cálculos para cada una de las principales especies maderables con que se trabaja, sus características dimensionales, así como la disponibilidad de las mismas.

En el caso de esta industria el volumen total de madera en trozas suministrado al aserradero durante el periodo 2015-2017 fue de 2521,3 m³, por lo que anualmente se contó con una media de 840,5 m³ de madera en trozas. Conociéndose que el rendimiento en madera aserrada es de aproximadamente el 40 %, se contó anualmente con aproximadamente 350 m³. Acorde con García (2018 a), este volumen es relativamente bajo y permite utilizar como equipo cabecera la cepilladora, garlopa o plana.

Del total de madera en trozas señalado anteriormente, 2303,1 m³ fueron de la especie *Samanea saman* Jacq. Merrill. (algarrobo del país), lo que representa más del 90 % del volumen total y evidentemente constituye la principal materia prima con la que se dispone.

En cuanto a las propiedades físicas de esta madera, la contracción volumétrica total y la relación entre la contracción tangencial y radial (T/R) ofrecen valores de 8,36 % y 1,3 %, respectivamente, lo cual permite definir que la madera aserrada seca con facilidad (Ibáñez *et al.*, 2001). Esto permite predecir que, en condiciones de uso y con la humedad adecuada en la madera, el algarrobo debe tener pérdidas tolerables por deformaciones en un producto elaborado. De la misma forma, el algarrobo ofrece propiedades mecánicas (flexión dinámica 1,04 kgfm/cm²) de mejores condiciones que especies como el pino para no destruirse, cuando por efecto de una caída accidental del módulo choque contra una superficie dura (Jay, 2014).

Luego de las trozas de algarrobo pasar por el aserradero portátil, el 32 % del volumen de madera aserrada cumple con las características

dimensionales de ancho de tablas exigidas para la fabricación de las cajas de colmena (0,22 m).

Los valores destinados a esta producción se pueden apreciar en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Datos primarios para el cálculo de la velocidad de alimentación (los cálculos se realizan a partir de 241 días laborables al año)

Especie	Madera en bolo por día (m ³)	Madera aserrada para cajas (m ³)	Dimensiones de la pieza tipo (m)		
			Grueso	Ancho	Largo
Algarrobo del país	2,68	0,85	0,025	0,25	2,8

En la *Tabla 3* se definen los principales indicadores calculados y el resultado relacionado con la velocidad de alimentación de esta especie en el proceso.

Tabla 3. Principales indicadores en el cálculo de la velocidad de alimentación

Indicadores	Valores
Volumen de la pieza tipo (m ³)	0,0175
Cantidad de piezas diarias (u)	49
Largo total de madera al día (m)	137,2
Tiempo efectivo de trabajo (min)	360
Alimentación en metros/minutos	0,38

La velocidad de alimentación a considerar para definir el resto de las operaciones técnicas es de

0,38 m/min. El valor de 0,38 m/min es una velocidad de alimentación muy lenta, lo cual corrobora la utilización de la garlopa como equipo cabeceera, no resultando práctico considerar dentro del proceso productivo equipos de mediano a gran porte como puede ser una moldurera o una sierra circular múltiple, equipos que proveedores como RIBOLI (2013) y ROALSA (2013) consideran con velocidades entre 6 y 30 m/min y 3 a 24 m/min, respectivamente.

Análisis de la potencia instalada en los equipos de la carpintería

La potencia del equipamiento instalado, así como el tiempo de explotación, se reflejan en la *Tabla 4*.

Tabla 4. Potencia y años de explotación de los equipos instalados en la carpintería

No.	Equipo	Número de motores					Total	Tiempo de explotación (años)	
		1	2	3	4	5		< 10	≥ 15
		Potencia (kW)							
01	Sierra circular	2	3	8	3	3	5		x
02	Cepillo de una cara	4					1	x	
03	Garlopa	3					1		x
04	Torno	3					1		x
05	Lijadora	3					1		x
06	Fresa	2					1		x
	Total						10		

En la misma se aprecia que la potencia más representada en los equipos es de 3 kW, o sea, 4,02 CV, y que los mismos presentan un tiempo de explotación prolongado. Acorde a las características de la pieza tipo y dureza de la madera (semidura), la potencia óptima calculada para los motores de sierras circulares dio como resultado un valor (*P*) de 3,5 CV o de 2,6 kW.

Esto muestra que existe una correcta definición de la potencia instalada en tres de los equipos

de sierra circular, pues como se observa en la *Tabla 4* a excepción del motor 1, algo por debajo del valor calculado y el motor 3 muy sobredimensionado; el resto cumple razonablemente con la potencia exigida; sin embargo, el largo período de explotación a que han estado sometidos permite inferir que hayan sido objeto de reparaciones o sustituciones, y que este valor de potencia no esté acorde con los valores que ofrece un equipo cuando se adquiere nuevo, lo

cual limita la posibilidad de que estos medios trabajen con la holgura necesaria durante el aserrado.

Sin ser definiciones conclusivas, ya que los valores que se introducen en la fórmula dependen de la hoja de sierra que se utilice, resulta fundamental prestar atención a este importante factor al momento de realizar la planificación de los equipos para las carpinterías.

Disposición actual de los equipos en la nave y flujo de operaciones

Atendiendo a las particularidades del procesamiento de las piezas de las cajas de colmena, se deben definir las operaciones a realizar y su secuencia; elemento fundamental para valorar si el equipamiento con que se cuenta puede dar respuesta a las mismas. De acuerdo con García (2014), los requerimientos del equipamiento de forma general serían los siguientes:

- Sierra radial o péndulo para cortar con tolerancia al largo las piezas que presenten deformaciones que no permitan su aprovechamiento racional.

- Garlopa que debe enderezar cara y canto a cada pieza aserrada.
- Sierra circular para cortes longitudinales para calibrar al ancho cada pieza.
- Cepillo de una cara para calibrar el grueso en cada pieza aserrada.

Luego de estas operaciones, la madera pasa la fabricación de las cajas y tapas, así como también de media alza y fondos donde pueden emplearse:

- Sierra radial para el corte al largo de las piezas para cada elemento de las cajas.
- Tupí o trompo que realiza los rebajes en los lados laterales cortos de las cajas donde van montados los cuadros, o en su defecto para montar las tablas que no den al ancho de la caja.
- Fresadora para realizar los rebajes laterales de agarre de la caja y media alza.
- Montaje o ensamblado.

Considerando las operaciones antes descritas, lo correcto es garantizar un flujo lineal de las mismas, cuestión que en la situación actual no se ve reflejada. La ubicación de los equipos y la dirección de las operaciones en el esquema actual se muestran en la Fig. 1.

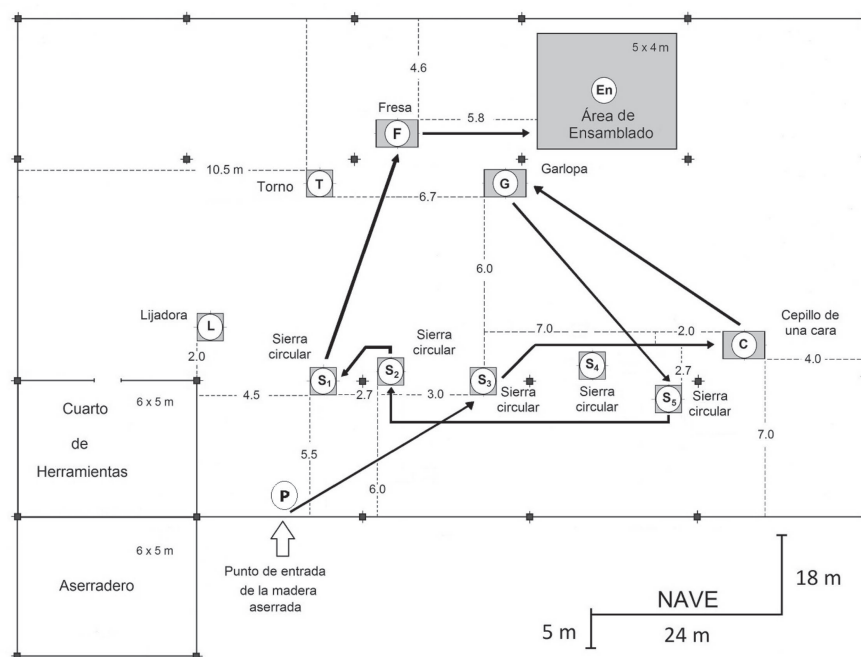


Figura 1. Disposición actual del equipamiento y flujo de las operaciones

A simple vista se puede apreciar un flujo zigzagante, largo, y que se cruza en determinadas etapas del proceso. Se determinó que la velocidad promedio de los operadores al moverse de

un equipo a otro es de 0,7 m/s. A partir de esta consideración, en la Tabla 5 se define la distancia recorrida entre equipos, así como las operaciones que se realizan actualmente en cada uno.

Tabla 5: Secuencia y operación que se realiza a la pieza en el esquema actual

No.	Secuencia	Distancia (m)	Operación
1	Aserradero - Sierra circular (3)	9,00	Cortar los cantos
2	Sierra circular (3) - Cepillo de una cara	9,80	Hacer cara
3	Cepillo de una cara - Garlopa	10,50	Rectificar canto
4	Garlopa - Sierra circular (5)	9,50	Calibrar al largo
5	Sierra circular (5) - Sierra circular (2)	10,20	Calibrar ancho
6	Sierra circular(2) - Sierra circular (1)	2,50	Rebajes en las piezas y cortes laterales
7	Sierra circular (1) - Fresa	9,30	Rebajes de agarre
8	Fresa - área de ensamblado	5,80	Ensamblado
Total		66,00	

En la tabla se puede apreciar que la operación de realizar el cepillado de la cara a la pieza actualmente se realiza en el cepillo de una cara y no en la garlopa; por tanto, las posibles curvaturas que puedan existir en la cara de las tablas se mantienen.

Acorde con García (2018 b), este es un problema conceptual en el uso de los equipos, ya que el cepillo no endereza. Esta es la función de la garlopa, la cual asegura las guías necesarias (cara y canto) que garanticen el ancho y grueso adecuado de cada pieza. También se puede observar que el recorrido de la pieza hasta su terminación total es de 66 m, traslado que a su vez también realiza el operario y que resulta desproporcionado, teniendo en cuenta que la nave mide solo 24 m de largo, lo cual demuestra la poca linealidad que sigue actual el proceso;

resultados similares fueron obtenidos por Jay (2014) para una carpintería de la Empresa Agroforestal Guantánamo.

Propuesta de cambios en el flujo de las operaciones

La distancia entre los equipos, las áreas de almacenamiento y pasillos resulta un factor fundamental en la ejecución de las operaciones en cualquier esquema de disposición de maquinarias. En la propuesta se realiza conforme a la Norma Cubana NC 53-152/1985.

De acuerdo con Vignote y Martínez (2006), la distancia entre equipos se toma como patrón para evaluar la correcta distribución de los mismos. En la Fig. 2 se refleja la propuesta de cambios en la disposición del equipamiento en función de las operaciones a ejecutar.

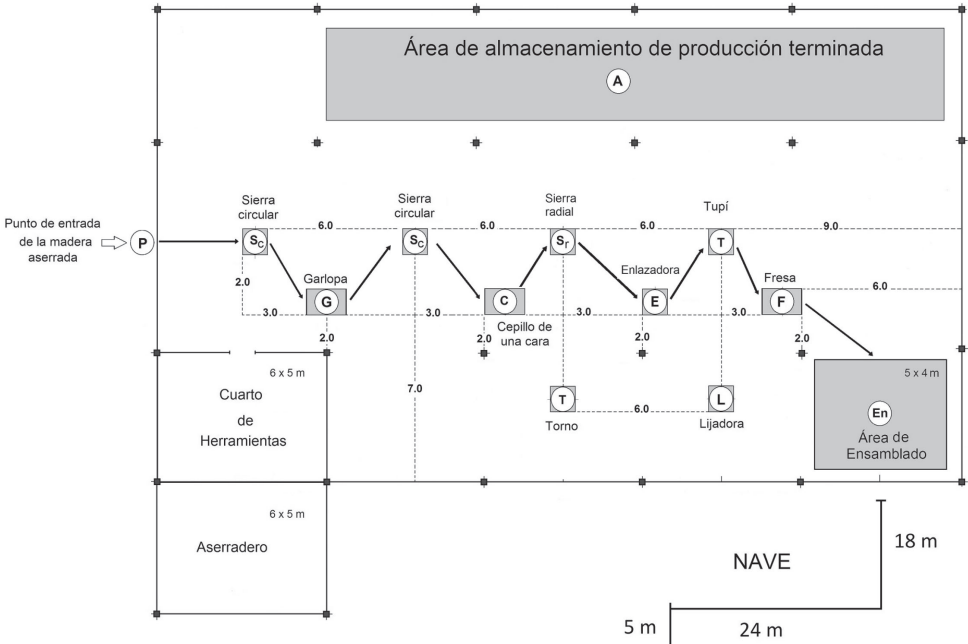


Figura 2. Propuesta de cambios en la disposición y flujo de las operaciones.

Esta propuesta define a todas luces una racionalidad en el comportamiento del flujo de producción, tomando en cuenta los elementos siguientes:

- Se reduce sustancialmente la distancia y el tiempo de traslado entre los equipos.

- No se cruzan las líneas del flujo, cuestión indispensable en una industria con una salida de producción racional y en serie.

En la *Tabla 6* se establece la distancia a recorrer entre equipos, así como las operaciones que se realizan en la propuesta.

Tabla 6. Secuencia y operación que se realiza a la pieza en la propuesta

No.	Secuencia	Distancia (m)	Operación
1	Aserradero - Sierra circular	3	Cortar los cantos
2	Sierra circular - Garlopa	3	Enderezar canto y cara
3	Garlopa - Sierra circular	3	Calibrar ancho
4	Sierra circular - Cepillo de una cara	3	Calibrar al grueso
5	Cepillo de una cara - Sierra radial	3	Calibrar al largo
6	Sierra radial - Enlazadora	3	Hacer enlaces por cola de milano
7	Enlazadora - Tupí	3	Hacer rebajes para el montaje de los cuadros
8	Tupí - Fresa	3	Hacer rebajes de agarre
9	Fresa - Área de ensamblado	3	Ensamblado
Total		27,00	

El flujo propuesto reduce la distancia de traslado de las piezas significativamente utilizando un espaciamiento de 3 m entre equipos; aun cuando se agrega una operación más, esta distancia se reduce de 66 a 27 m. Esto obra a favor de la productividad al mismo tiempo que humaniza el trabajo del operario al tener que caminar menos; lógicamente se reduce el tiempo de traslado (de 1,6 a 0,6 min por cada pieza).

Como se observa en la tabla anterior, esta propuesta incluye cambios en el equipamiento, como es la sustitución de sierras circulares por una sierra radial para calibrar al largo las piezas, y por el tupí o trompo, necesario para realizar los rebajes en los laterales cortos de las cajas donde van montados los cuadros, o para realizar los rebajes laterales cuando se utilizan tablas de menor ancho; además se propone una enlazadora medio insustituible para la realización de sistemas de uniones por cola de milano, uno de los métodos más efectivos para garantizar la unión entre piezas de madera con un máximo de calidad, por lo que se mejora la calidad de las uniones para el ensamblado de las cajas con respecto a la situación actual. Estos equipos son importantes y sus funciones no

pueden ser reemplazadas de manera eficiente por los que ya existen. El llegar a definir valores concretos relacionados con otras ventajas de la propuesta es muy difícil, atendiendo a que mucho depende de la forma en que se realice la circulación de la madera aserrada en proceso desde un equipo a otro.

CONCLUSIONES

- La potencia eléctrica de los motores de la sierra circular debe ser calculada en función de las dimensiones de la madera que conforme el producto objetivo de la industria; en este caso no debe ser inferior a los 2,6 kW. El instalar estos medios sin la potencia adecuada, ya sea en exceso o defecto, ocasiona incrementos de los costos o escasa fuerza, lo cual limita su uso.
- La organización de las operaciones del flujo tecnológico a partir de la propuesta garantiza una reducción sustancial del 59 % del espacio recorrido y el tiempo empleado por el obrero para conformar una pieza, a la vez que perfecciona el proceso de obtención del producto final y mejora la calidad en las uniones.

BIBLIOGRAFÍA

- Centro de Investigaciones Apícola (CIAPI). 2013. Especificaciones para cajas de colmenas tipo (Langstroth). La Habana. Cuba. 12 p.
- García, J.M. 2018a. Incremento de la eficiencia de la industria de la segunda transformación en la Empresa Agroforestal Las Tunas. Instituto de Investigaciones Agroforestales. 10 p.
- García, J.M., Zamora, J. 2014. Estudio de Factibilidad para la producción de módulos apícolas. Resultado de un Servicio Científico-Técnico a la Empresa Apícola Nacional. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 23 p.
- García, JM. 2018 b. Comunicación personal.
- Ibáñez, A., Hernández, C., García, J.M., Sosa, M. 2001. Propiedades y usos de 50 especies maderables que crecen en Cuba. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 68 p.
- Jay, P. 2014. Propuesta de cambios tecnológico en la carpintería de la empresa forestal integral Guantánamo. 48 h. Tesis (en opción al Título de especialista en Aprovechamiento Industrial). Universidad de Pinar del Río.
- RIBOLI S.R.L. 2013. Oferta de equipos de carpintería para la producción de módulos apícolas. N° de Oferta 1349, octubre.
- ROALSA Maquinaria S.L. 2013. Oferta de equipos de carpintería para la producción de módulos apícolas. N° de solicitud de oferta SDC1-324-2013, octubre.
- Vignote, A., Martínez, I. 2006. Tecnología de la madera 3ª edición. España. Ediciones Mundi-Prensa. 678 p.
- Norma Cubana 53-152/1985: Distancias entre equipos, áreas de almacenamiento y elementos constructivos del taller de carpintería. Especificaciones del proyecto. 12p
- Razonamiento deductivo. En línea: <https://definicion.de/razonamiento-deductivo/>. Consulta 3 de mayo, 2018.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Jose L. Figueredo Fernández

Ingeniero Forestal, Especialista de la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, Profesor Asistente adjunto al Departamento Forestal de la Universidad de Granma, su labor investigativa y docente ha estado dirigida a las temáticas de Aprovechamiento Forestal, Silvicultura y Ordenación de Montes. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales, así como en inspecciones tecnológicas al sector empresarial.

CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES DEL ECOSISTEMA MANGLAR EN LA COLECCIÓN PRESERVADA DE MADERAS

CHARACTERIZATION OF MANGLAR ECOSYSTEM SPECIES IN THE PRESERVED WOOD COLLECTION

ING. TAIMY JIMÉNEZ-ENRÍQUEZ¹, DRA. KATIA MANZANARES-AYALA¹, ING. DIGNA VELÁZQUEZ-VIERA¹ Y LIC. ALINA ROMEO-SÁEZ²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, taimy@forestales.co.cu

² Empresa de Proyectos de Arquitectura y Urbanismo Restaura. Calle Mercader 105 e/ Cuba y Aguiar, La Habana Vieja, La Habana, Cuba

RESUMEN

En el estudio se realizó un examen de las muestras de las especies del ecosistema de manglar, depositadas en la Xiloteca Julián Acuña Galé, del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. El objetivo del trabajo fue describir el estado de conservación en la colección preservada de madera. Se encontró que las cuatro especies típicas están representadas en la muestra y Rhizophora mangle L., resultó la taxa con mayor cantidad de individuos inventariados, con una abundancia del 0,38 %, mientras que Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. f. (0,13 %), Conocarpus erecta L. y Avicennia germinans (L.) L. (0,25 %) presentan poblaciones deprimidas. Se determinó que la sección transversal media de los ejemplares es la que contiene mayor incidencia de afectaciones, y en general el grupo taxonómico manifiesta la mayoría de sus elementos en un estado de conservación aceptable para mantenerse en exhibición. La estructura anatómica de cada uno de los ejemplares, facilitó la predicción de sus posibles usos.

Palabras claves: manglar, colección preservada de madera, conservación.

ABSTRACT

In the study, an examination of the samples of the mangrove ecosystem species, deposited in the Julián Acuña Galé Xiloteca, of the Institute of Agro-Forestry Research was carried out. The objective of the work was to describe the state of conservation in the preserved wooden collection. It was found that the four typical species are represented in the sample and Rhizophora mangle L., was the taxa with the largest number of inventoried individuals, with an abundance of 0.38%, while Laguncularia racemosa (L.) Gaertn.f. (0.13 %), Conocarpus erecta L. and Avicennia germinans (L.) L. (0.25 %), have depressed populations. It was determined that the average cross section of the specimens is the one with the highest incidence of affectations and, in general, the taxonomic group shows most of its elements in an acceptable state of conservation to be kept on display. The anatomical structure of each of the specimens facilitated the prediction of their possible uses.

Key words: mangrove, conservation, preserved wood collection.

INTRODUCCIÓN

Los manglares están considerados entre las formaciones boscosas que más embellecen el paisaje natural y las más representativas del Caribe insular. Hoy ocupan alrededor del 5,1 % de la superficie total de nuestro archipiélago. En la actualidad la recuperación de los manglares y de la población que habita en ese entorno se instrumenta en el Proyecto Internacional Manglar

Vivo, ya que constituyen un escudo protector de las costas al resguardarlas contra la erosión, las inundaciones, el oleaje y la salinización de los suelos, además sirve de refugio y alimento para la fauna y de filtro ante los sedimentos y contaminantes, así como también forman la única barrera física terrestre con que cuenta el país para atenuar y retardar los impactos del

aumento nivel medio del mar (Pérez y Domínguez, 2017).

La Tarea Vida (plan del estado cubano para el enfrentamiento al cambio climático) aprobada por el Consejo de Ministros el 25 de abril de 2017, plantea dentro de su plan de tareas dirigir la reforestación hacia la máxima protección de los suelos y las aguas en cantidad y calidad, así como a la recuperación de los manglares más afectados; priorizar los embalses, canales y franjas hidrorreguladoras de las cuencas tributarias de las principales bahías y de las costas de la plataforma insular (Dossier, 2017). Según Samón (2014), las especies de manglares han contado con numerosos resultados derivados de proyectos de investigación-desarrollo, pero se advierte un vacío informativo en la exploración del papel de las colecciones biológicas preservadas como instrumento de gestión del conocimiento y alternativa de conservación *ex situ* de los recursos genéticos forestales, asunto que se ha señalado en el Primer Informe Nacional de Recursos Genéticos Forestales (RGF), según reportan Hechavaría y Manzanares (2016).

El objetivo del trabajo fue describir el estado de conservación de las especies del ecosistema de manglar en la colección preservada de maderas Julián Acuña Galé.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un inventario de la colección de manglares (*Avicennia germinans* (L.) L. (mangle prieto), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f.

(patabán), *Conocarpus erecta* L. (yana) y *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo)) con el conteo de todos los ejemplares.

Se aplicó la metodología de reconocimiento de las muestras de la colección que sigue tres indicadores: color, efectos mecánicos y deterioro.

Se sometió cada muestra a un examen integral mediante un puntaje de tres categorías: B, R, M. Se anotaron los datos en un modelo según las secciones de la pieza de madera: transversal alto, medio y bajo (*TrA*, *TrM*, *TrAB*) y corte longitudinal radial (*Lr*). La información se procesó en Excel, según la metodología propuesta por Manzanares *et al.*, 2017.

Se tomaron muestras de tablillas de la xiloteca, se cortaron con cuchilla por las diferentes secciones, donde se pudieron observar los componentes de la estructura anatómica de cada especie. Las imágenes digitales se obtuvieron con equipamiento óptico (Motic Images Plus) acoplado a una computadora.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se considera que esta formación boscosa está presente en más del 50-70 % de las costas cubanas, y dentro de las zonas con mayor representación se encuentra la región occidental, sobre todo desde el cabo San Antonio a Bahía Honda, en el litoral norte, municipios pertenecientes a las provincias de Pinar del Río y Artemisa, respectivamente, y del Cabo Francés, municipio especial de Isla de la Juventud a Bahía de Cochinos, provincia de Matanzas por el sur (Peláez, 2017) (Fig. 1).

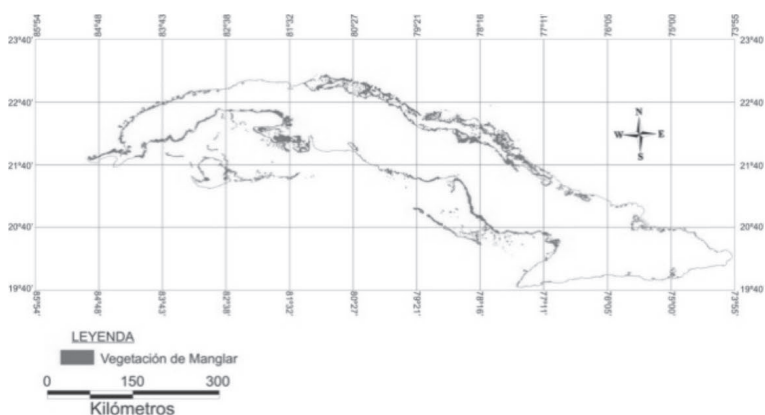


Figura 1. Área de distribución de los manglares y características del paisaje.

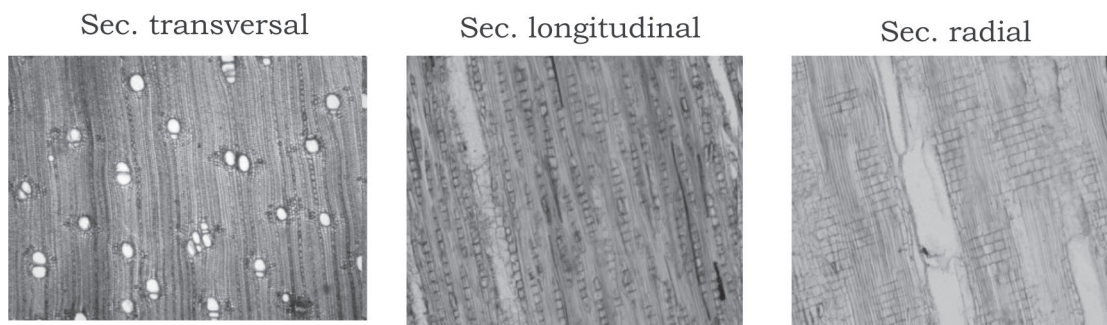
La descripción de la estructura anatómica refleja que la especie *Conocarpus erecta* L. presenta las siguientes características macroscópicas: albura y duramen de color gris, textura fina, grano recto, muy dura y pesada, lustre medio, muy resistente, con zonas de crecimiento visibles, densidad: 1,100 g/cm³. Con respecto a la estructura microscópica, se puede decir que la porosidad según su distribución es difusa, los poros son mayormente solitarios ovales con células radiales de 2 a 6 y conglomerados hasta 8. La placa de perforación es simple y posee las punteaduras alternas circulares a ovales. El parénquima axial es paratraqueal aliforme a confluyente, con presencia de cristales. El parénquima radial, según su distribución, es no estratificado, mientras que por su composición es homogéneo; las fibras son libriformes poligonales a rectangulares y con distribución irregular (Figs. 2 a, b, c).

Rhizophora mangle (L.) es, macroscópicamente, de color pardo rojizo, con grano recto y textura fina, es dura y pesada, sus zonas de crecimiento son visibles, densidad de 1,077 g/cm³. La porosidad de esta especie es difusa por su distribución, los poros son mayormente solitarios ovales con grupos de células radiales de 2 a 5 y conglomerados de 3 a 4. La placa de perforación es escaleriforme al igual que las punteaduras, presenta además contenidos carmelitosos. El parénquima axial es paratraqueal escaso y el radial es no estratificado y homogéneo. Las fi-

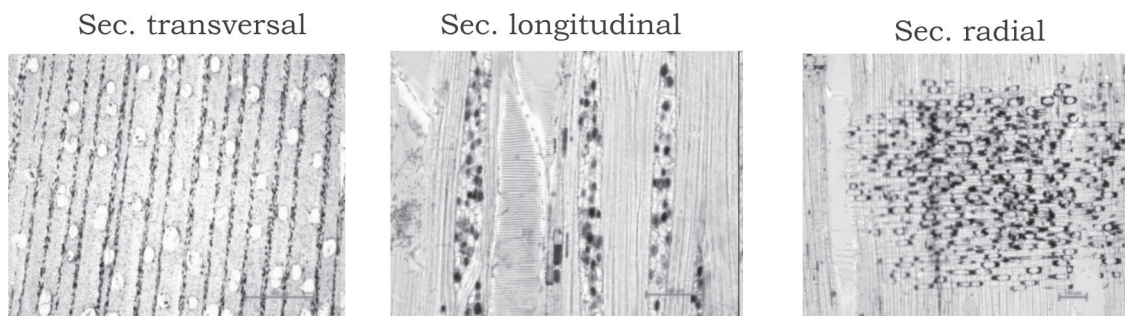
bras son libriformes poligonales y se encuentran distribuidas irregularmente (Figs. 3a, b, c).

Avicennia germinas (L.), por su parte, es de albura gris violácea y duramen castaño oscuro. Su madera es dura, resistente, durable, fácil de trabajar, y sus zonas de crecimiento son claramente visibles, y la densidad 1,090 g/cm³. La porosidad es difusa, con poros solitarios ovales dispuestos en grupos radiales de dos células. La placa de perforación es simple, posee punteaduras alternas circulares muy pequeñas. El parénquima axial es paratraqueal escaso terminal, mientras que el parénquima radial es no estratificado por su distribución y heterogéneo por su composición. Las fibras son libriformes poligonales dispuestas de forma irregular (Figs. 4a, b, c).

Laguncularia racemosa (L.) Gaertn, sin embargo, es de color gris claro, textura media, grano recto, fácil de trabajar y sus zonas de crecimiento son visibles también. La estructura microscópica de esta muestra es que la porosidad es difusa y los poros son mayormente solitarios redondos, los grupos radiales son de dos a cinco células y presenta conglomerados eventuales, la placa de perforación es simple y las punteaduras son alternas circulares. El parénquima axial es paratraqueal aliforme a confluyente, y el parénquima radial es no estratificado y homogéneo. Las fibras libriformes son rectangulares con distribución más bien radial. Esta descripción se corresponde con lo reportado por Carreras en 2009 (Figs. 5a, b, c).



Figuras 2a, b, c. Estructura anatómica de *Conocarpus erectus* L.



Figuras 3a, b, c. Estructura anatómica de *Rizophora mangle* (L.).

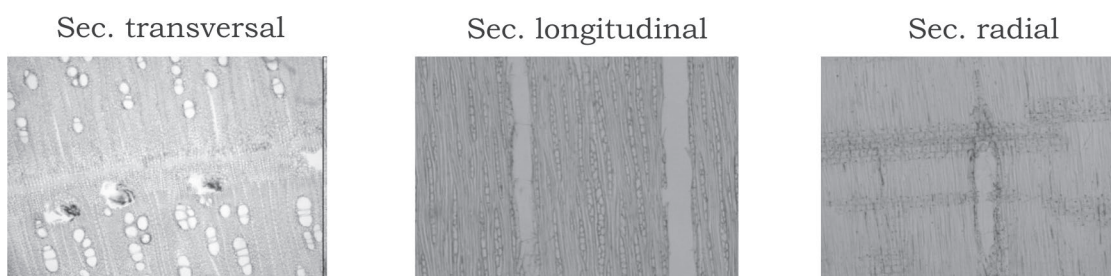
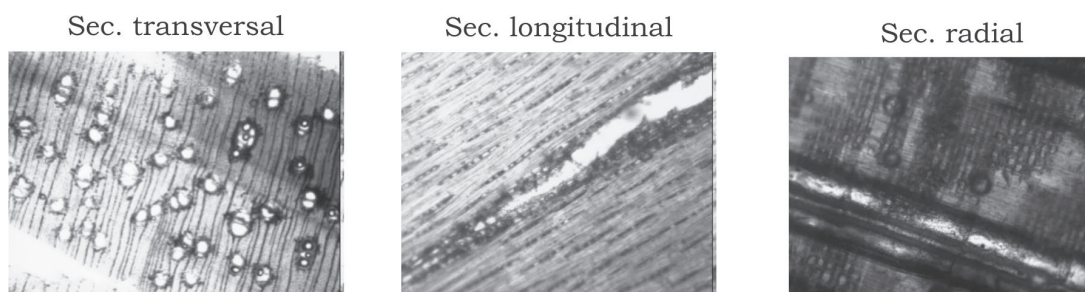


Figura 4a, b, c. Estructura anatómica de *Avicenia germinans* (L.).



Figuras 5a, b, c. Estructura anatómica de *Laguncularia racemosa*.

Estas propiedades anatómicas pudieran ser la causa de que las especies posean una alta resistencia mecánica que las hacen atractivas para diferentes labores en la construcción (Ibáñez *et al.*, 2002), tales como traviesas de ferrocarril, carpintería en general, implementos agrícolas, construcciones marinas y rurales, diques, horconaduras, mangos de herramientas, postes de cerca, cujes para tabaco, implementos agrícolas, puentes, pilotes, mangos de herramientas y como combustible para uso directo como leña

o para la producción de carbón vegetal de alta calidad (Guyat *et al.*, 2015).

Según Samón y Rodríguez (2014), la vegetación de manglar en nuestro país está representada también por cuatro especies arbóreas. Tres de ellas son consideradas mangles verdaderos y *Conocarpus erecta* (yana) como pseudomangle o especie periferal. En la colección preservada evaluada se identificaron también la existencia de las cuatro especies típicas de manglares representadas en las taxas *Conocarpus erecta* L.

(yana), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (patabán), *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo) y *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle prieto). La población inventariada está compuesta por ocho individuos distribuidos en tres familias botánicas (Combretaceae, Rhizophoraceae y Verbenaceae) y cuatro géneros (Tabla 1). Se observa

que las especies del ecosistema de manglar pertenecen a grupos taxonómicos diferentes, pero presentan muchas características comunes como buenas propiedades físico-mecánicas (Ibáñez *et al.*, 2002), así como la capacidad de adaptarse a las condiciones adversas que se presentan en el ecosistema.

Tabla 1. Distribución de especies del ecosistema de manglar por orígenes geográficos y variables taxonómicas

Código	Nombre científico	Nombre vulgar	Familia	No. de individuos	Abundancia relativa (%)
91	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn. f.	Patabán	Combretaceae	1	0,13
92	<i>Conocarpus erecta</i> L.	Yana	Combretaceae	2	0,25
391	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Mangle rojo	Rhizophoraceae	3	0,38
496	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	Mangle prieto	Verbenaceae	2	0,25

Las especies del ecosistema de manglar pertenecen a la flora autóctona de Cuba, y en particular corresponden a las formaciones forestales costeras. Rykowski (2002) considera que las especies nativas son consideradas como la base de la composición florística de los bosques, por lo que contar en la colección con este grupo taxonómico es de especial relevancia para la Xiloteca Julián Acuña Galé. Se advierte que la población establecida en la colección de maderas está compuesta solamente por ocho individuos, considerada como bastante reducida en comparación con las especies del género *Eucalyptus*, de la familia Meliaceae, del arbolado urbano y de frutales entre otras, según reporta Manzanares *et al.* (2017) (Tabla 1).

Se observa que las muestras presentan cuatro diferentes orígenes geográficos: Itabo (4), Mayarí (1), La Habana (1), Pinar del Río (2) (Fig. 3). Esta pluralidad de localidades es muy importante cuando se establecen las colecciones biológicas porque garantizan la variabilidad genética según argumenta Fundora (2007).

La evaluación de las muestras está señalada en el modelo de registro (Tabla 2), el cual se incorpora a la base de datos y se advierte que las especies se examinan con detallada minuciosidad en el registro al especificar los eventos de

evaluación de la calidad en todas las secciones de cada ejemplar.

Se detectaron 17 incidencias en las muestras, y las afectaciones mayoritarias se localizan en las secciones transversales medio (33,33 %) y bajo (29,62 %) de los ejemplares, con presencia de rajaduras profundas y moderadas en las especies mangle prieto y mangle rojo. El corte longitudinal radial resultó el de menor manifestación de daños con 11 %.

Se observa que *Laguncularia racemosa* (patabán) y *Conocarpus erecta* (yana) y un ejemplar de *Avicennia germinans* (mangle prieto) son las especies que presentan menores afectaciones y se clasifican en la categoría de Bien (Fig. 4).

Los ejemplares de mangle rojo están evaluados en estado R (regular), lo que advierte al grupo de curaduría prestar una atención especial a este grupo taxonómico para mantener la integridad de las muestras y tratar de conseguir un remplazo de los individuos. En general la colección de manglares presenta una baja cantidad de individuos, lo cual sugiere reforzar el ingreso de muestras de nueva promoción que pudieran obtenerse con la coordinación con el Proyecto Manglar Vivo y al mismo tiempo adquirir un origen geográfico nuevo.

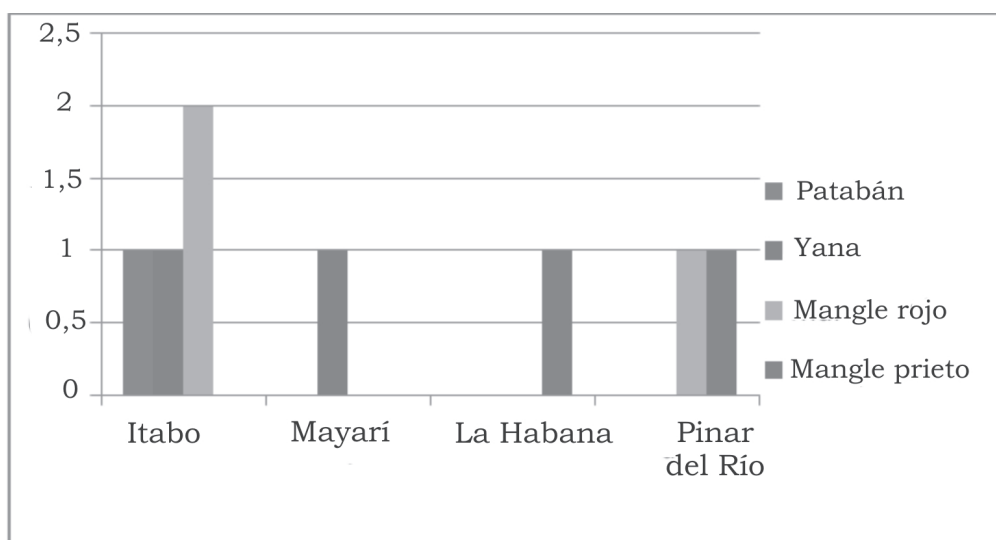


Figura 6. Distribución de los diferentes orígenes geográficos por especies.

Tabla 2. Modelo de registro de inspección de muestras de manglares

Código	Especie (nombre vulgar)	Color	Brillo	Evaluación calidad		Peritaje integral
				Deformación	Deterioro	
91	Patabán	Castaño gris claro	Opaco	L: Rajaduras ligeras	TravM: man- chas	B
92	Yana	Castaño gris claro			Mancha hongo	B
92-A	Yana	Castaño gris claro		Canal en médula Corazón hueco TravB: orificios aislados 0,8 mm	(-)	B-
391	Mangle rojo	Carmelita oscuro (pardo rojo)	Opaco	TrvA: separación corteza TrvM: rajadura profunda 2,5 cm largo y 9,9 mm espesor descen- diente TrvB: continua rajadura	(-)	R + 0 pe- queño
391-A	Mangle rojo	Idem	Turbio	TraA: corteza suelta tramo ausente TraM: rajadura 3 cm TrvB: rajadura fondo	(-)	R
391-1	Mangle rojo	Idem	Turbio	TravA: separación corteza L: (-). TravM: rajadprof 4 cm L, ancho 1 cm TravB: rajadura continua 4,8 cm L ancho 1 cm		R-
496-1	Mangle prieto	Castaño	Opaco	TravM: rajadura profunda $\pm$ 3 cm separación corteza en dos puntos longitud $\pm$ 9 cm TravB: rajaduras leves múltiples	TraB: manchas	B-
496-A	Mangle prieto	Castaño	Opaco	Tronco: rajadura profunda 13,5 cm largo = 0,8 cm ancho. Cor- teza desprendida TravA: continua rajadura $\pm$ 3 cm Trav M: rajadura profunda $\pm$ 3 cm largo, 0,8 cm ancho y ra- jadura moderada $\pm$ 5 cm largo	(-)	R-

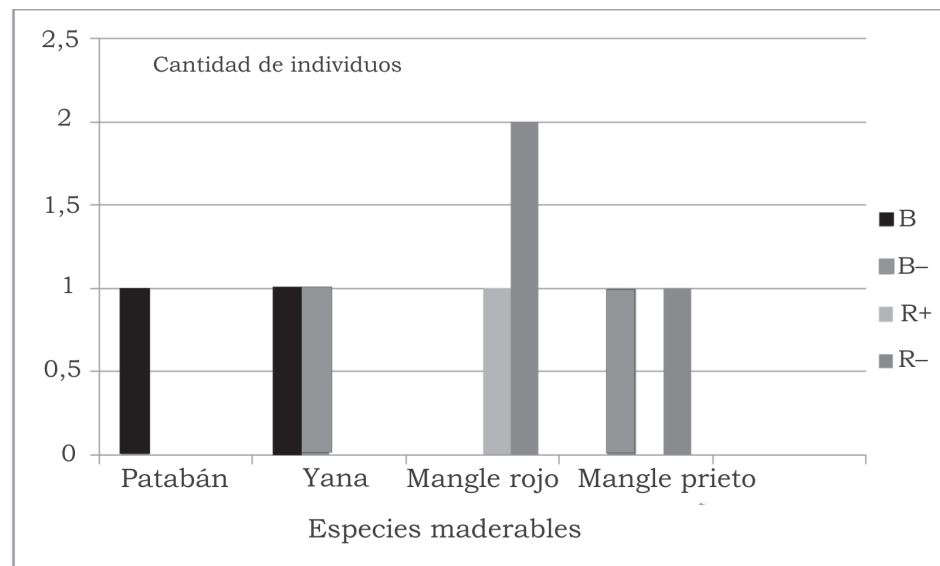


Figura 7. Estado de conservación de las muestras por especies.

CONCLUSIONES

- Las muestras evaluadas en su mayoría mantienen un aceptable estado de conservación, por lo que están aptas para mantener sus funciones dentro de la colección.
- La estructura anatómica de las muestras estudiadas de las especies del ecosistema de manglar permitió definir algunos usos adecuados para cada una de las especies tratadas.
- Debe incrementarse el número de individuos de este grupo taxonómico para el enriquecimiento de la colección y así contar con muestras para el intercambio, el canje y las donaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez., A., Mercadet, A. 2011. *El sector forestal cubano y el cambio climático*. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 248 p.
- Carreras, R. 2009. "Características anatómicas de la madera de especies típicas de manglares", *Revista Forestal Baracoa* (CU) 28(1):77.
- Dossier, Jr. 2017. *El Cambio Climático*. No. 001, p. 4.
- Fundora, Z. 2007. *Informe nacional de recursos genéticos para la agricultura y la alimentación*. La Habana. INIFAT. 305 p.
- Guyat, M. A., Capote, V. 2015. "Determinación del poder calórico de especies forestales que crecen en Cuba", *Revista Forestal Baracoa* (CU) 34(1):105-109.
- Ibáñez, A., Hernández, C., García, J. M., Sosa, M. 2002. *Compendio de 56 especies cubanas, africanas y de otras regiones tropicales*, Instituto de Investigaciones Forestales. 250 p.
- Manzanares, K., Velázquez, D., Gelabert, F. 2017. "Representación de árboles frutales populares en la Xiloteca Julian Acuña Galé", *Revista FrutiFruit* (CU) 34(1):55-61.
- Manzanares, K., Velázquez, D., Guyat, M. A. 2017. "Informe final del proyecto 1011". La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-forestales. Pág.7-10
- Peláez, O. 2017. "Barrera natural de protección costera", periódico *Granma*, junio 24.
- Pérez, P., Domínguez, A. 2017. Humedales artificiales para el tratamiento de residuos líquidos. Diplomado de Gestión Ambiental Empresarial (Conferencia). La Habana. Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas.
- Rykowski, K. 2002. "La conservación de la diversidad biológica como elemento de gestión forestal sostenible: Normas y prácticas de Polonia", *Revista Unasylva* (IT) 209(53):16-24.
- Samón, R., Rodríguez, G. 2014. "Manejo de manglares. Instructivo técnico". La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, 22 p.
- Soto, J., Aguirre, A., Méndez, J., Páez, G. 2000. "Evaluación económica y ambiental de residuos forestales en aserraderos de Costa Rica", *Revista Forestal Centroamericana* (CR) 30:29-33.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Taimy Jiménez Enriquez

Ingeniera Forestal. Pertenece al Grupo de Investigación sobre Tecnología de la Madera de la UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, en el que desarrolla actividades investigativas relacionadas fundamentalmente con la Anatomía de la Madera, tema con el cual ha participado en diferentes eventos tanto nacionales como internacionales obteniendo resultados relevantes.

FORMA DE SUSCRIPCIÓN

Nombre y apellidos: _____

Institución / Individual: _____

Dirección: _____

Ciudad: _____ País: _____

Código Postal: _____ Teléf.: _____ Fax: _____

Correo electrónico: _____

1 año 2 números ☐ 1 número ☐

Números anteriores: ¿Cuáles?: _____

Precio de suscripción (incluye envío)

Moneda Nacional: \$15.00 USD: \$18.00 (un ejemplar)

Favor remitir su cheque a nombre de:

Revista Forestal Baracoa

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF)

Calle 174 no. 1723 e/ 17 B y 17 C

Reperto Siboney, Playa, La Habana, Cuba

C.P. 11600

idalmis@forestales.co.cu isisb@forestales.co.cu

SUSCRPTION FROM

Name and surname: _____

Institution / Individual: _____

Address: _____

City: _____ Country: _____

Zip Code: _____ Telephone.: _____ Fax: _____

E-mail: _____

One Year 1 Issues ☐ 2 Issues ☐

Other Issues: ¿Which?: _____

Suscription cost (included remittance)

USD: \$18.00 (one copy)

FSend cheque to order:

Revista Forestal Baracoa

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF)

Calle 174 no. 1723 e/ 17 B y 17 C

Reperto Siboney, Playa, La Habana, Cuba

Z.C. 11600

idalmis@forestales.co.cu isisb@forestales.co.cu